

# TRICHODERMA DAN PEMANFAATAN



**Editor :**

**Prof. Oslan Jumadi, S.Si, M.Phil. Ph.D**

**Dr. Ir. Muh. Junda, M.Si**

**Dr. Ir. Muh. Wiharto Caronge, M.Si**

**Syafruddin, S.P**



# **TRICHODERMA DAN PEMANFAATAN**

Editor:

Prof. Oslan Jumadi, S.Si., M.Phil., Ph.D  
Dr. Ir. Muh. Junda, M.Si  
Dr. Ir. Muh. Wiharto Caronge, M.Si  
Syafuruddin, S.P.

Penerbit Jurusan Biologi FMIPA UNM  
Kampus UNM Parangtambung  
Jalan Malengkeri Raya  
MAKASSAR  
Email: biopress@unm.ac.id

Hasil Kerjasama:  
Jurusan Biologi FMIPA UNM  
&  
Balai Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura.

# TRICHODERMA DAN PEMANFAATAN

**Editor** Prof. Oslan Jumadi, S.Si., M.Phil., Ph.D.  
Dr. Ir. Muh. Junda, M.Si.  
Dr. Ir. Muh. Wiharto Caronge, M.Si  
Syafuruddin, S.P.

**ISBN 978-623-94869-5-2**

ISBN 978-623-94869-5-2 (PDF)



**Penerbit Jurusan Biologi FMIPA UNM**  
**Kampus UNM Parangtambung**  
**Jalan Malengkeri Raya**  
**Makassar**  
Email: [biopress@unm.ac.id](mailto:biopress@unm.ac.id)



## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan limpahan rahmat-Nya kami dapat menyelesaikan penyusunan buku ini. Buku ini berisi tentang *Trichoderma* sp. yang dihimpun berdasarkan hasil kegiatan langsung penulis pada Kuliah Kerja Nyata - Kerja Praktik 2020 dan berbagai literatur. Buku ini dibuat sebagai produk dari kegiatan KKN-KP Tahun 2020 oleh Mahasiswa Program Studi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Makassar angkatan 2017. Buku ini dapat diselesaikan atas bantuan dan kerjasama dari Unit Pelaksana Teknis Balai Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura (UPT-BPTPH) Provinsi Sulawesi Selatan yang terletak di Kabupaten Maros.

Ucapan terimakasih kami berikan kepada Pimpinan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Pimpinan Jurusan Biologi FMIPA UNM, Pembimbing KKN-KP Tahun 2020, kepada semua penulis, dan semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan buku ini. Kami berharap buku ini dapat bermanfaat bagi seluruh masyarakat khususnya masyarakat Sulawesi Selatan. Semoga buku ini dapat menjadi referensi oleh para pembaca yang membutuhkan. Kami memohon maaf yang sebesar-besarnya jika terdapat kekurangan dan kekeliruan dalam buku ini.

Makassar, Agustus 2021

Tim Editor

# DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>i</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>iv</b>
<b>Bab I Pendahuluan .....</b>	<b>1</b>
<i>(Uthiya Lathifah Mukrimah)</i>	
<b>Bab II Biologis <i>Trichoderma</i> sp.....</b>	<b>5</b>
<i>(Arni Putri Merdeka Wati)</i>	
<b>Bab III Kajian Ekologi .....</b>	<b>37</b>
<i>(Aisyah Asmara)</i>	
<b>Bab IV Teknis Pengelolaan dan Pengembangan <i>Trichoderma</i> sp .....</b>	<b>46</b>
<i>(Alfiqi Dwiva Annisi)</i>	
<b>Bab V Pemanfaatan <i>Trichoderma</i> sp.....</b>	<b>57</b>
<i>(Aurel Gabrielle Sambo)</i>	
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>74</b>
<b>PROFIL JURUSAN BIOLOGI FMIPA UNM .....</b>	<b>81</b>
<b>PROFIL UPT BPTPH PROVINSI SULAWESI SELATAN.....</b>	<b>84</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Penanganan Penyakit Tanaman oleh <i>Trichoderma</i> sp. ....	7
Gambar 1.2. Morfologi Koloni <i>Trichoderma</i> .....	9
Gambar 2.1. Pemindaian mikroskop elektron pada mikoparasitisme hifa <i>F. oxysporum</i> ciceri oleh hifa <i>T. Harzianum</i> .....	11
Gambar 2.2. Kenampakan Tiga isolat <i>Trichoderma</i> .....	12
Gambar 2.3. Konidiofor, phialides dan konidia strain <i>Trichoderma</i> .....	15
Gambar 2.4. Variasi warna dan morfologi koloni jamur <i>Trichoderma</i> sp.....	16
Gambar 2.5. Pohon filogenetik <i>Trichoderma</i> sp.....	19
Gambar 2.6. Strategi yang digunakan oleh genus <i>Trichoderma</i> .....	27
Gambar 2.7. Scanning Electron Microscopy .....	28
Gambar 3.1. <i>Trichoderma</i> di alam .....	43
Gambar 3.2. Prospek antagonis dari strain <i>Trichoderma</i> yang menghambat fitopatogen <i>R. solani</i> pada 10 hari setelah inokulasi .....	44
Gambar 3.3. <i>Trichoderma reesei</i> pada batang kayu lapuk .....	45
Gambar 3.4. <i>Tricoderma lixii</i> pada kayu lapuk .....	46
Gambar 3.5. Spesies <i>T. aureovirde</i> , <i>T. parmastoi</i> , <i>T. strictipile</i> , <i>T. citrinoviride</i> pada batang kayu mati .....	47
Gambar 4.1. a. Sampel tanah asal Kabupaten Bone b. Kegiatan persiapan sampel .....	52
Gambar 4.2. Kegiatan isolasi jamur dari tanah .....	52
Gambar 4.3. Kegiatan purifikasi isolat <i>Trichoderma</i> sp. ....	53
Gambar 4.4. Kegiatan perbanyakan dan pengembangan <i>Trichoderma</i> sp. ....	61
Gambar 5.1. The variation of colours and morphology of the fungal colonies of <i>Trichoderma</i> sp.....	70
Gambar 5.2. <i>Beauveria</i> .....	72
Gambar 5.3. <i>Metarhizium anisopliae</i> .....	73

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Resistensi sistemik yang ditimbulkan oleh <i>Trichoderma</i> sp.....	38
--	----

## SINOPSIS

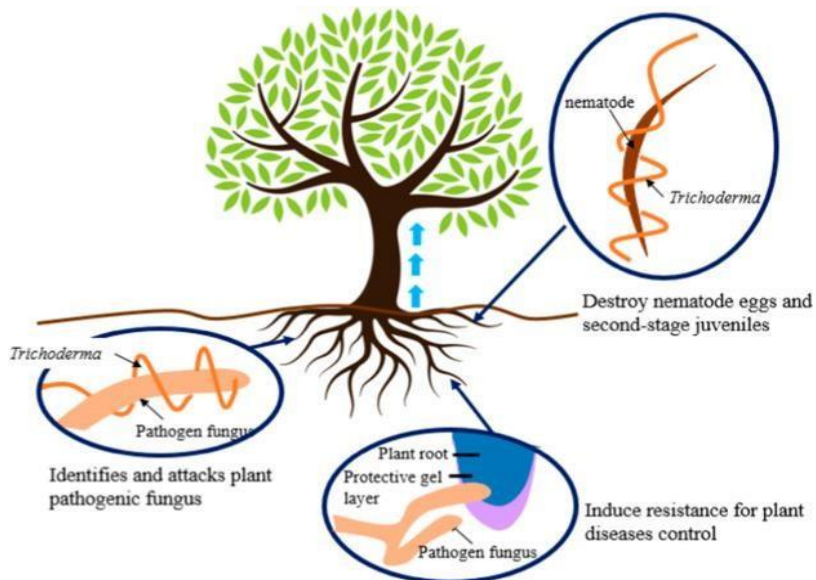
*Trichoderma* sp. merupakan spesies kosmopolitan yang dapat dijumpai di berbagai lingkungan terutama dalam tanah. Spesies ini tidak hanya mampu berperan sebagai pengurai melainkan juga dapat dimanfaatkan sebagai agen hayati. Aplikasi *Trichoderma* sp. dapat dilakukan pada tiga jenis tanaman yaitu tanaman pembibitan, tanaman hortikultura, dan tanaman tahunan. Buku ini mengulas secara sederhana mengenai *Trichoderma* sp. dan pemanfaatannya. Pembahasan buku ini meliputi aspek biologis, ekologis, pemanfaatannya sebagai agensi hayati hingga bagaimana teknis pengelolaan dan pengembangan yang dapat dilakukan terkhusus pada Unit Pelaksana Teknis Balai Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura Kabupaten Maros.



# BAB I

## PENDAHULUAN

Agensi Hayati merupakan organisme yang dapat mengendalikan organisme pengganggu tanaman (OPT). Organisme Pengganggu Tanaman banyak ditemukan merusak pada lahan pertanian. Organisme yang dimaksudkan dalam pengertian agensi hayati adalah semua organisme yang dapat dipergunakan untuk keperluan pengendalian hama dan penyakit atau organisme pengganggu, proses produksi, pengolahan hasil pertanian, dan berbagai keperluan lainnya. Organisme ini meliputi spesies, subspecies, varietas, semua jenis serangga, nematoda, protozoa, cendawan (fungi), bakteri, virus, mikoplasma (Kartikowati dkk, 2019). Sehingga Lebih jauh agensi hayati tidak hanya digunakan untuk mengendalikan organisme pengganggu tanaman tetapi juga dapat mengendalikan jasad pengganggu pada proses produksi dan pengolahan hasil pertanian.

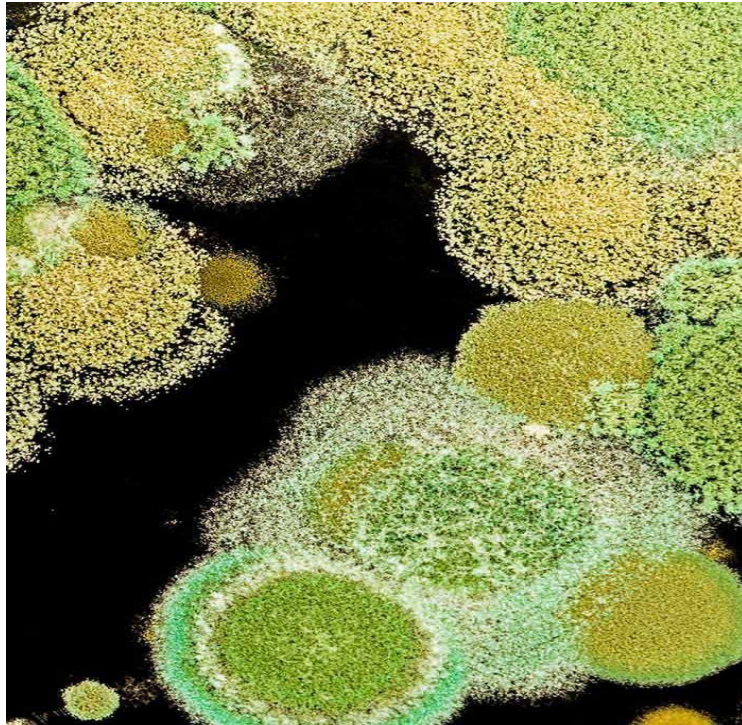


Gambar 1.1. Penanganan Penyakit Tanaman oleh *Trichoderma* sp. (Zin dan Badaluddin, 2020)

Pengendali hayati saat ini mulai dikembangkan seiring dengan berkembangnya kegiatan pertanian organik. Salah satu pengendali hayati yang dapat digunakan adalah *Trichoderma* sp. yang mempunyai sifat antagonistik terhadap patogen, terutama patogen tanah dan beberapa patogen udara. Antagonisme meliputi aktifitas suatu organisme dengan cara tertentu dan memberikan pengaruh yang merugikan organisme lain. Aktivitas antagonisme meliputi persaingan, parasitisme atau predasi dan pembentukan toksin termasuk antibiotik (Cornejo dkk, 2015).

*Trichoderma* banyak dipelajari karena karakteristik yang dimiliki dan juga sifat kompetitornya yang menjadikannya berhasil menguasai habitatnya. Hal yang banyak dikaji secara rinci dari *Trichoderma* diantaranya adalah terkait distribusi dan filogeni, mekanisme pertahanan, interaksi yang menguntungkan sekaligus merusak dengan inang, produksi dan sekresi enzim, perkembangan seksual, dan respons terhadap kondisi lingkungan seperti nutrisi dan cahaya. Pengkajian dilakukan dengan menggunakan banyak spesies dari genus ini, sehingga menjadikan *Trichoderma* salah satu jamur terbaik yang dipelajari dengan genom tiga spesies yang tersedia saat ini (Schuster dan Schmoll, 2010).

Biologis *Trichoderma* banyak mengkaji tentang *Trichoderma* dari segi morfologi maupun fisiologinya. Hal ini diperlukan untuk melihat penyusunan sistematika dan evolusi filogenetiknya. Sedangkan dari segi fisiologi dapat mengantarkan kepada metabolit sekunder yang dihasilkan oleh *Trichoderma*. Metabolit sekunder yang dihasilkan oleh *Trichoderma* digunakan *Trichoderma* sebagai media dalam melakukan mekanisme penghambatannya. Mekanisme kerja dalam pengendalian patogen salah satunya adalah mekanisme biokontrol dan mikroparasitisme.



Gambar 1.2. Morfologi Koloni Trichoderma (Shah, 2019)

Ekologi Trichoderma mengkaji tentang hubungan Trichoderma dengan lingkungannya. Hal ini dapat ditinjau dari Trichoderma di habitatnya. Trichoderma dapat hidup di alam dengan berbagai jenis lingkungan sehingga habitatnya juga lebih beragam. Karakteristik dari Trichoderma menjadikan distribusi Trichoderma memiliki jangkauan yang luas. Distribusi ekosistem dapat ditinjau dari dua aspek lingkungan. Pada ekosistem yang berbeda dan juga pada ketinggian yang berbeda. Trichoderma akan terdistribusi dengan bervariasi pada dua aspek tersebut.

Kajian terkait Trichoderma akan sampai pada teknis pengelolaan dan pengembangan Trichoderma. Untuk mengaplikasikan Trichoderma terlebih dahulu perlu diisolasi yang pada umumnya diisolasi dari tanah kemudian dilakukan permurian. Penentuan isolat sebagai Trichoderma didapatkan dari identifikasi. Identifikasi Trichoderma dilakukan secara makroskopik dan mikroskopik. Hasil identifikasi selanjutnya akan masuk pada tahap

pengujian. Pengujian Trichoderma terbagi atas beberapa yang salah satunya adalah uji patogenisitas. Teknik perbanyakan Trichoderma dapat dilakukan pada banyak media, namun yang umum digunakan adalah media beras.

Trichoderma banyak dimanfaatkan sebagai Agen Pengendali Hayati. Agen pengendali hayati tidak memberi peluang pada patogen untuk mencapai populasi yang cukup tinggi hingga dapat menyebabkan tingkat keparahan penyakit yang tinggi (Kartikowati dkk, 2019). Agen hayati memerlukan waktu untuk memberikan dampak positif, terkait proses adaptasi dan perkembangan untuk mencapai populasi yang optimum untuk mengkolonisasi tanaman. Penerapan antagonis agensi hayati mampu menurunkan tingkat populasi patogen tanaman di dalam tanah dan meningkatkan pertumbuhan tanaman (Muzdalifah dkk, 2017).

Aplikasi Trichoderma dapat dilakukan pada tiga jenis tanaman yaitu tanaman pembibitan, tanaman hortikultura, dan tanaman tahunan. Dengan kata lain lain, Trichoderma dapat digunakan pada banyak spesies tanaman. Trichokompos merupakan salah satu produk pupuk organik yang dimodifikasi dengan penambahan Trichoderma pada pupuk tersebut. Trichokompos diaplikasikan pada lahan pertanian.

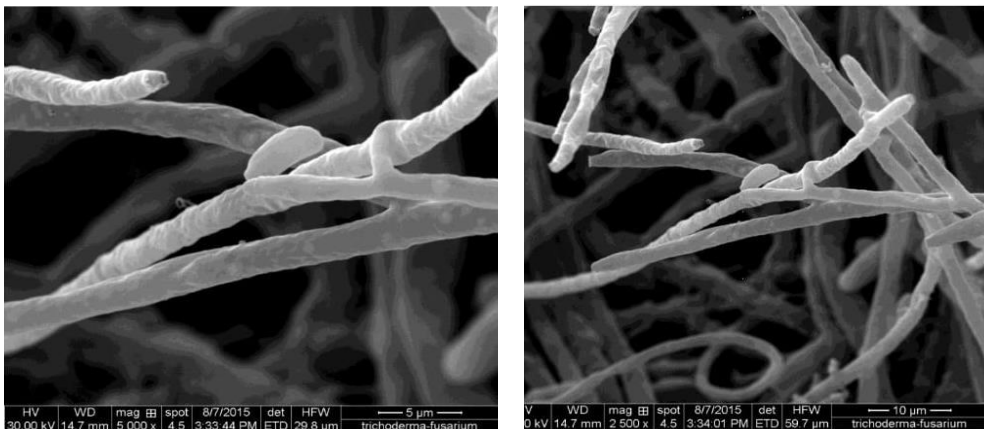
Buku ini banyak membahas tentang Trichoderma dan pemanfaatannya sebagai agensi hayati. Namun buku ini memiliki keterbatasan terkait informasi terutama dalam hal pengujian langsung di lapangan. Hal ini mengingat bahwa kegiatan Kerja Praktik dilaksanakan pada masa pandemic COVID-19 maka kegiatan pengujian secara langsung harus ditiadakan. Trichoderma yang dituangkan dalam buku ini lebih banyak berasal dari studi pustaka. Adapun kegiatan yang tetap dilakukan mengacu pada Standar Pengerjaan *Trichoderma* sp. di Balai Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura Kabupaten Maros.

## BAB II

### BIOLOGIS *Trichoderma* sp.

#### A. Morfologi *Trichoderma* sp.

Genus *Trichoderma* bersifat kosmopolitan di tanah dan di atas bahan kayu dan sayuran yang membusuk. Spesies *Trichoderma* seringkali merupakan komponen dominan dari mikroflora tanah di habitat yang sangat bervariasi. Hal ini mungkin disebabkan oleh beragam kemampuan metabolisme spesies *Trichoderma* yang sifatnya kompetitifnya dan agresif. Strain *Trichoderma* jarang dikaitkan dengan penyakit tanaman hidup, meskipun strain *T. harzianum* yang agresif menyebabkan penyakit yang signifikan pada jamur komersial (Christian dan Gary, 2002).

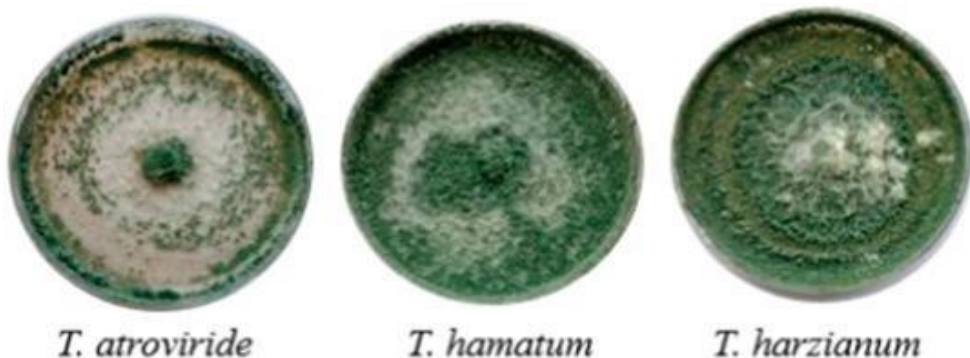


Gambar 2.1 Pemindaian mikroskop elektron pada mikoparasitisme hifa *F. oxysporum* ciceri oleh hifa *T. harzianum* dengan struktur berbentuk penjepit (Srivastava dkk, 2015).

Spesies dari genus *Trichoderma* termasuk dalam salah satu kelompok mikroba yang paling berguna dan berdampak pada kesejahteraan manusia dalam beberapa waktu terakhir. Jamur filamen ini memiliki banyak aplikasi. Spesies dari genus *Trichoderma* adalah biofungisida yang paling banyak

digunakan sebagai pengubah pertumbuhan tanaman, dan merupakan sumber enzim untuk keperluan industri, termasuk yang digunakan dalam industri biofuel atau bahan bakar hayati. Selain itu, *Trichoderma* adalah produsen metabolit sekunder yang produktif, beberapa di antaranya memiliki signifikansi klinis, dan beberapa spesies telah direkayasa untuk bertindak sebagai pabrik sel mikroba untuk produksi protein penting yang heterologous atau berbeda dalam hal ukuran, bentuk, dan jumlah gen.. Di dalam tanah, spesies *Trichoderma* digunakan dalam bioremediasi limbah organik dan anorganik termasuk logam berat (Mukherjee dkk, 2013).

Beberapa peneliti telah membahas karakter morfologis yang mereka gunakan untuk mencirikan dan membedakan spesies *Trichoderma*. Kedua penulis menekankan kesulitan yang melekat dalam mendefinisikan spesies morfologi *Trichoderma*. Selain itu, Samuel juga memberikan pengamatan dan pendapat terperinci tentang keefektifan karakter morfologis untuk mendefinisikan spesies di *Trichoderma*. Karakter yang berguna untuk karakterisasi dan identifikasi dalam genera *Hyphomycetes* lainnya sering tidak berguna dalam membedakan spesies *Trichoderma*, biasanya karena rentang sempit variasi morfologi yang disederhanakan dalam *Trichoderma*, atau karena istilah deskriptif untuk menggambarkan variasi warna atau pola tidak cukup tepat untuk menentukan perbedaan antara spesies (Kubicek dkk, 2019).



Gambar 2.2. Kenampakan Tiga isolat Trichoderma yang diisolasi dari tempat berbeda (Zin dkk, 2020)

Meskipun demikian, pengamatan morfologis yang cermat seringkali cukup untuk identifikasi spesies dan strain Trichoderma, hal ini dapat dilakukan jika taksa belum berdiferensiasi dan dijelaskan dalam literatur. Identifikasi berdasarkan karakter morfologis tetap menjadi metode utama untuk identifikasi dan verifikasi spesies di Trichoderma. Karakter koloni bisa menjadi ciri khas pada spesies. Namun, penampilan koloni harus digambarkan secara presisi yang cukup agar dapat berguna untuk identifikasi. Tingkat pertumbuhan dalam literatur dapat berguna untuk membedakan spesies serupa.

Produksi conidia dari conidiophores yang dikumpulkan ke dalam fascicles atau pustula biasanya akan menunjukkan karakteristik spesies. Pigmen yang dapat digunakan juga bisa menjadi karakteristik, meskipun warna pigmen tersebut kurang bervariasi di Trichoderma. Isolat yang dapat dimasukkan ke dalam kelompok Longibrachiatum biasanya memiliki pigmen kuning kehijauan cerah yang mencolok, setidaknya ketika pertama kali diisolasi.

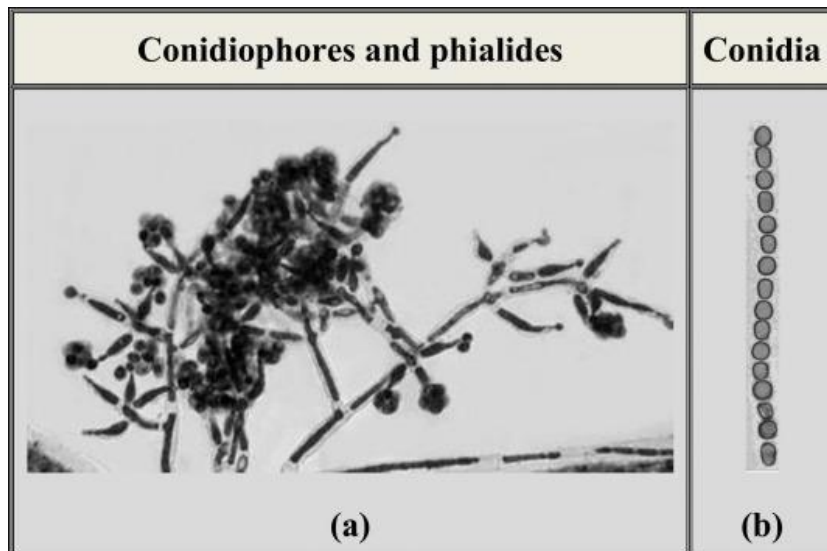
Beberapa spesies paling baik ditandai dengan kurangnya pigmen secara terbalik, sedangkan pigmen kemerahan terjadi secara terbalik dalam beberapa isolat. Pigmen kekuningan kusam umum terjadi pada banyak spesies, tetapi tidak terlalu khas. Karakteristik Kristal yang diproduksi di media biasanya terdapat pada *Trichoderma aureoviride*. Bau aromatik khas menyerupai kelapa diproduksi umumnya oleh strain *Trichoderma viride*, dan kadang-kadang juga oleh *Trichoderma atroviride* (Christian dan Gary, 2002).

Pola percabangan *conidiophore* dan agregasi *conidiophores* menjadi fascicles dan pustula berguna untuk identifikasi strain *Trichoderma* ke bagian dan agregat spesies. Pustula kompak adalah karakteristik dari banyak spesies di kelompok *Trichoderma Pachybasium*, meskipun banyak strain di bagian lain juga. Percabangan *conidiophore* dapat secara teratur verticillate atau tidak teratur. Cabang bisa luas dan lurus atau relatif sempit dan fleksibel. Apex *conidiophore* pada beberapa spesies dibagian *Pachybasium* secara karakteristik berakhir dengan memanjang dan lurus, tidak diinduksi atau dikompilasi (Christian dan Gary, 2002).

Bentuk phialide adalah karakteristik dari bagian phialide sebuah jamur, khususnya pada *Trichoderma*. Jenis phialides dari segi bentuk dapat dibandingkan pada dua jenis spesies *Trichoderma* yaitu pada *Trichoderma Pachybasium* yang memiliki bentuk phialide yang gemuk dan pendek. Sedangkan bentuk phialide pada *Trichoderma Longibrachiatum* adalah memanjang dan silindris. Phialides terminal pada sebagian besar spesies cenderung lebih memanjang dan lebih sempit. Sel-sel subterminal *conidiophore* dapat menghasilkan conidia melalui leher lateral pendek, sehingga faring antarcalary atau yang disebut aphanophialides; ini agak umum terlihat dalam sekte *Trichoderma* (Christian dan Gary, 2002).

Bentuk Sel bervariasi mulai dari berbentuk globus atau globosa, bentuk elips atau ellipsoidal, dan juga bentuk silindris atau obovoidal dengan ujung basal yang lebih meruncing dan terpotong. Perbedaan variasi dalam kelompok *Trichoderma* tidak besar, namun kadang terdapat diferensiasi bentuk dengan perbedaan ukuran yang konsisten. Permukaan konidia tampak halus di sebagian besar spesies dalam pengamatan mikroskopik sederhana, meskipun banyak spesies dengan konidia yang tampaknya halus namun menjadi kasar ketika diperiksa oleh SEM (Christian dan Gary, 2002).

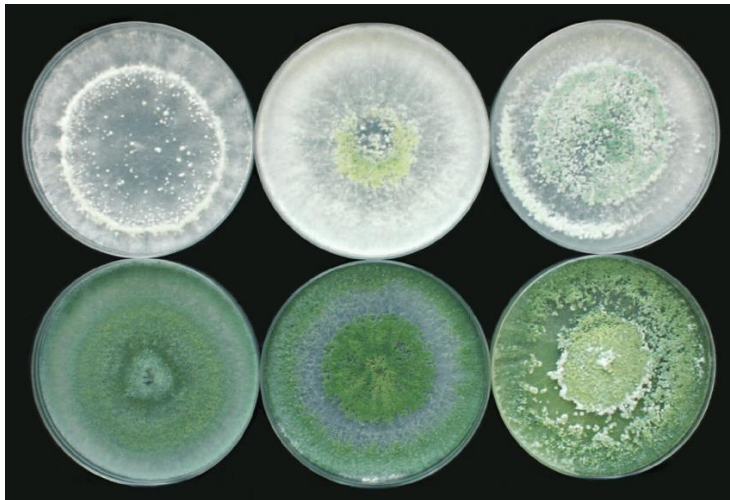




Gambar 2.3. Konidiofor, phialides dan konidia strain *Trichoderma* ;  
 (a) Konidiofor dan phialides dari *T. rufobrunneum* ,  
 (b) Konidia hijau dari *T. rufobrunneum* (Zin et al. 2020)

Conidia juga dapat bertekstur kasar atau verrukosa seperti yang terdapat dalam kelompok *T. viride*, dan conidia dapat memiliki proyeksi seperti sayap atau bulat dari dinding luar pada dua spesies yaitu *T. saturnisporum* dan *T. ghanense*. Pigmen conidia juga khas dan bervariasi, terdapat conidia yang tidak berpigmen atau transparan, berwarna cokelat, atau abu-abu, dan paling banyak adalah spesies yang conidianya berpigmen hijau. Pada beberapa spesies konidia dewasa muncul hijau gelap jika diamati secara mikroskopis, di spesies lain hanya pucat. Bentuk *Chlamydospores* umum pada banyak spesies, meskipun mereka cenderung lebih banyak berbentuk globose atau elipsoidal, terminal dan intercalary, berdinding halus, Kekurangan pigmen, kekuningan atau kehijauan, dan diameter 6–15  $\mu\text{m}$

pada sebagian besar spesies. Hifa vegetatif menunjukkan beberapa karakter yang berguna untuk diidentifikasi (Christian dan Gary, 2002).



Gambar 2.4. Variasi warna dan morfologi koloni jamur *Trichoderma* sp. ditumbuhkan pada media Potato Dextrose Agar (PDA)( Jedryczka dkk, 2014)

## B. Sistematika *Trichoderma* sp.

Klasifikasi ilmiah jamur *Trichoderma* sp. menurut Mycobank (2019), adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Fungi
Subkingdom	: Dikarya
Super divisi	: Ascomycota
Divisi	: Pezizomycotina
Kelas	: Sordariomycetes
Subkelas	: Hypocreomycetidae
Ordo	: Hypocreales
Family	: Hypocreaceae
Genus	: <i>Trichoderma</i>
Species	: <i>Trichoderma</i> spp.

Filogeni *Trichoderma* dan hubungan filogenetik spesiesnya dapat diselidiki dengan analisis parsimoni maksimum dan analisis jarak sekuens DNA dari beberapa lokus genetik. Analisis sekuens 18S rDNA menunjukkan bahwa genus *Trichoderma* berevolusi pada saat yang sama dengan *Hypomyces* dan *Fusarium* dan sekitar 110 juta tahun yang lalu. Analisis urutan 28S rDNA menunjukkan bahwa genus *Trichoderma* merupakan bagian dari cabang monofiletik di dalam Hypocreaceae, yang juga mencakup *Arachnocrea* dan *Aphysostroma* dalam posisi basal. Pohon gen disimpulkan dari analisis gabungan dari inti ribosom internal ditranskripsikan spacer (ITS1 dan 2), wilayah D1 dan D2 dari 28S rDNA, subunit kecil dari mitokondria rDNA (mitSSU), kelima dan bagian dari ekson keenam dari translasi faktor perpanjangan 2 (*tef1*), dan fragmen *ech42* memberikan dukungan statistik yang kuat untuk filogeni yang konsisten dengan keberadaan empat klade: klade A terdiri dari spesies sekte Bissett (1991). *Trichoderma* tetapi juga *T. hamatum*, *T. pubescens*, *T. asperellum*, dan *T. strigosum* ; clade C terdiri dari semua spesies yang terkandung dalam bagian *Longibrachiatum* sebagaimana direvisi oleh Samuels *et al.* (1998), dan clade D hanya mengandung *T. aureoviride* yang secara genetik paling jauh dari semua spesies lain.

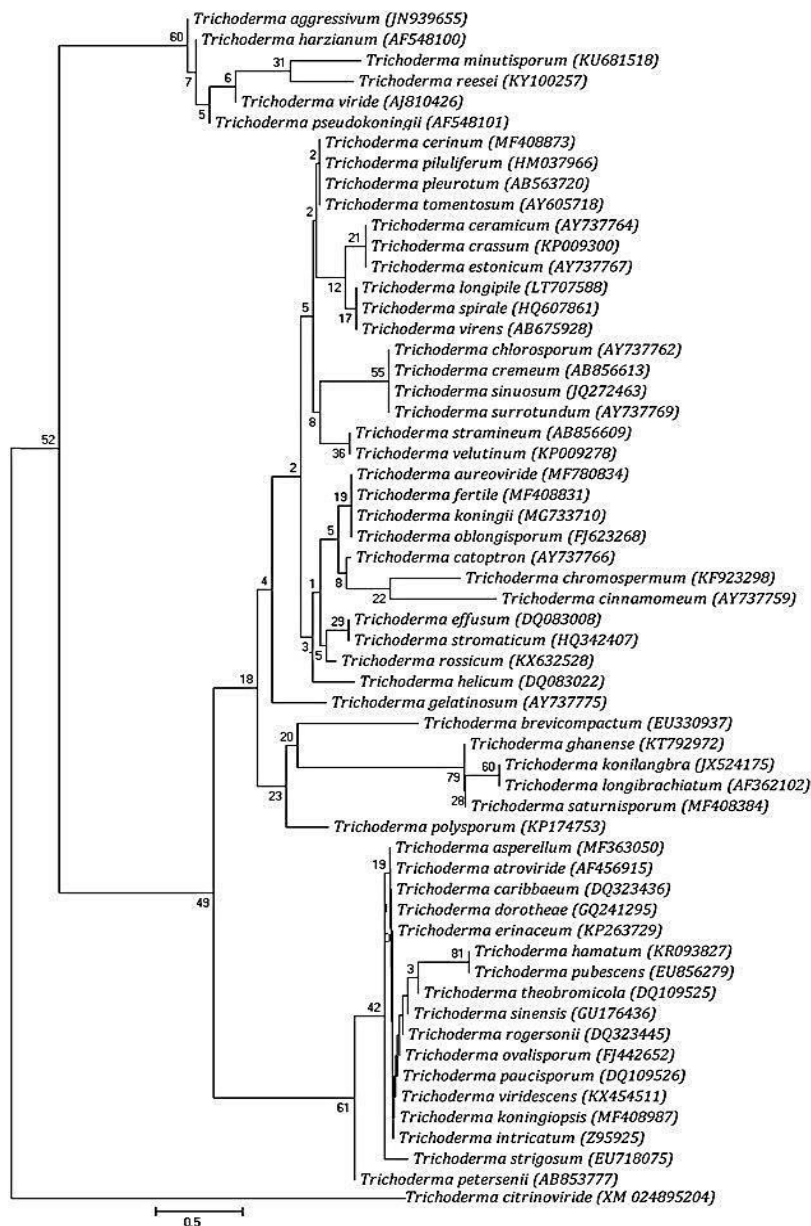
### **C. Evolusi Filogenik**

Jamur *Trichoderma* memiliki sejarah yang panjang. Pertama kali jamur ini dilaporkan dan dijelaskan pada tahun 1794 dan kemudian diindikasikan memiliki keterkaitan seksual dengan spesies hipokrea. Namun, sulit untuk menetapkan genus *Trichoderma* ataupun *hypocrea* secara morfologis. Bahkan dahulu diusulkan untuk hanya memiliki satu spesies, yaitu *Trichoderma viride*. Namun seiring waktu banyak spesies baru *Trichoderma*

terungkap, dan pada tahun 2013, genus *Trichoderma* sudah terdiri lebih dari 200 spesies yang didefinisikan secara filogenetik (Sharma dkk, 2019).

Nama genus *Trichoderma* pertama kali diusulkan pada dasar kemiripan makroskopis Empat spesies yang dikategorikandalam genus ini *adalah Trichoderma viride, Trichoderma nigrscens, Trichoderma aureum dan Trichoderma roseum* yang dikumpulkan di Jerman. Spesies ini dideskripsikan menyerupai bubuk tepung dan ditutup dengan penutup berbulu selanjutnya dibedakan satu sama lain dengan perbedaan kondisi berwarna. Namun, keempat spesies ini, sekarang dianggap tidak berhubungan satu sama lain dan sekarang dikenal sebagai *Trichoderma viride, Xylohypha nigrescens, Sporotrichum aureum, dan Trichothecium roseum*. Sekarang spesies spesies tersebut telah digolongkan kedalam kelompok *Trichoderma* yang dicirikan berdasarkan karakter mikroskopisnya dan koloni yang berwarna hijau. Sekarang genus ini dibagi lagi menjadi sembilan spesies, dibedakan satu sama lain terutama atas dasar pola percabangan konidiofor dan morfologi konidiumnya (Sharma dkk, 2019).

Sembilan kelompok spesies yang diusulkan adalah *Trichoderma piluliferum, Trichoderma polysporum, Trichoderma hamatum, Trichoderma koningii Oudemans, Trichoderma aureoviride, Trichoderma harzianum, Trichoderma longibrachyatum, Trichoderma pseudokoningii dan Trichoderma viridae* (Manczinger dkk, 2012).



Gambar 2.5. Pohon filogenetik menunjukkan hubungan antar *Trichoderma* sp. yang diisolasi dari berbagai sumber (Sharma, 2019)

## **D. Metabolit Sekunder**

### **1. Pengertian Metabolit Sekunder**

Metabolit sekunder adalah senyawa organik yang tidak secara langsung terlibat dalam pertumbuhan, perkembangan, dan reproduksi organisme secara normal dan dibentuk selama akhir atau mendekati tahap stasioner pertumbuhan organisme. Hasil metabolit sekunder yang tidak digunakan tersebut yang menyebabkan suatu Agen Pengendali Hayati mempunyai tingkat ketahanan yang tinggi atau rendah di dalam mengendalikan Organisme Pengganggu Tanaman di lapangan (Ainy dkk, 2008).

Keberhasilan Agen Pengendali Hayati tersebut sangat ditentukan oleh seberapa banyak jumlah dan jenis metabolit sekunder yang dihasilkan. Pada umumnya metabolit sekunder Agen Pengendali Hayati berperan ganda, baik secara aditif maupun sinergis. Hal ini sering nampak pada hasil aplikasi Agen Pengendali Hayati yaitu selain dapat mengatasi atau mengendalikan OPT juga dapat berpengaruh kepada tanamannya, khususnya terhadap pertumbuhan tanaman (Harni dkk, 2017).

### **2. Peranan Metabolit Sekunder**

Dalam sebuah jurnal penelitian menunjukkan peranan metabolit sekunder yang ada pada Agen Pengendali Hayati yang dibuat oleh Adriansyah dkk (2015). Peranan metabolit sekunder adalah sebagai berikut:

#### **a. Berperan sebagai pelindung tanaman**

Metabolit sekunder APH, dan juga APH konvensional, mampu melindungi tanaman dari serangan OPT jika diberikan di awal sebagai pencegahan sebelum ada serangan OPT. Perlindungan yang diberikan oleh APH secara konvensional adalah dengan penyelimutan daerah sekitar akar tanaman (rhizosphere) karena kemampuan persaingannya yang lebih baik dengan mikroba tanah lainnya. Sebaliknya, perlindungan oleh metabolit sekunder APH adalah dari dalam tanaman, yaitu metabolit

sekunder APH salah satunya berperan meningkatkan senyawa kimia di dalam tanaman yang berfungsi dalam ketahanan tanaman terhadap serangan OPT

b. Penting dalam mengatasi OPT yang berada di dalam tanaman

Banyak OPT perkebunan yang belum dapat diatasi dengan baik khususnya oleh penggunaan APH biasa atau secara konvensional, dan bahkan sudah muncul OPT perkebunan baru. Ketidakmampuan mengatasi serangan OPT perkebunan tersebut selain disebabkan oleh keberadaan OPT perkebunan yang sukar diketahui karena berada di dalam jaringan tanaman, maupun sukar dijangkau karena berada di bagian atas tanaman yang tinggi. Penelitian menunjukkan bahwa metabolit sekunder APH dapat mengendalikan beberapa OPT perkebunan yang sangat kuat.

c. Sebagai satu-satunya cara pengendalian OPT perkebunan

Banyak OPT perkebunan yang tidak dapat diatasi dengan cara apapun, baik dengan kimia maupun non-kimia. Hal ini karena keberadaan OPT perkebunan di dalam jaringan tanaman sukar diketahui dengan jalur yang tidak teratur. Selain itu, kerja dari cara kimia atau non-kimia seringkali bersifat tunggal, sehingga tidak lengkap di dalam mengendalikan OPT tersebut. Metabolit sekunder APH mampu menjangkau keberadaan OPT di dalam jaringan tanaman, dan dengan mekanisme yang beragam sesuai kandungan di dalam metabolit sekunder APH.

d. Banyak organisme lain yang terdampak

Pengaruh dari aplikasi metabolit sekunder APH tidak saja dialami oleh OPT sasaran, tetapi juga oleh tanamannya. Hal ini karena kandungan di dalam metabolit sekunder APH tidak saja berupa toksin atau antibiotika atau enzim yang berperan di dalam pengendalian OPT,

tetapi juga hormon yang berperan dalam pertumbuhan dan produksi tanaman. Bahkan metabolit sekunder APH berperan sebagai agensia pengangkut logam, agensia simbiosis, penghasil hormon, efektor pembeda, serta toksin bagi pesaing dan molekul lain. Peran metabolit sekunder APH ini terkait erat dengan mekanismenya, yaitu ketahanan sistemik terimbas, antibiosis, senyawa bioaktif organik menguap, enzim, dan terangkut hara dan air. Fungsi ganda inilah yang menjadikan metabolit sekunder APH saat ini menjadi inovasi baru di dalam membuat tanaman sehat dan tahan terhadap serangan OPT.

e. Penting dalam mengatasi stress lingkungan

Lingkungan hidup tanaman yang tidak sesuai bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman dapat menyebabkan stress pada tanaman, yang berujung kepada terganggunya pertumbuhan dan produksi tanaman, misalnya cuaca ekstrem dan adanya senyawa kimia beracun di dalam tanah. Metabolit sekunder APH ketika diberikan di awal tanam dapat mengatasi stress lingkungan karena terkait dengan perannya sebagai pengimbas ketahanan tanaman.

f. Penyiapan hingga pengaplikasian yang sangat mudah

Metabolit sekunder APH dapat disiapkan dengan mudah, artinya dapat dilakukan oleh petani biasa yang tidak mempunyai alat lengkap seperti di laboratorium. Bahan yang digunakan juga sangat mudah didapat dan murah, bahkan tidak ada harganya. Aplikasi metabolit sekunder APH dapat dilakukan dengan berbagai cara, semua cara dapat digunakan; bahkan tidak tergantung kepada perbedaan ekologi wilayah. Hal ini berbeda dengan APH biasa yang terbatas cara aplikasinya dan tergantung kepada kesamaan ekologinya. Penyimpanan metabolit sekunder APH dapat dilakukan dalam waktu lama, bahkan bertahun-



tahun dengan syarat tertentu, dan tidak terpengaruh oleh kondisi ekologi.

Pengemasannya pun juga sangat sederhana dan mudah.

### 3. Kandungan Metabolit Sekunder *Trichoderma* sp.

Purnomo (2010) menyatakan bahawa kandungan di dalam metabolit sekundernya cukup banyak dan lengkap, yaitu Antrakuinon: pachybasin, chrysophanol, emodin, trichodermol, Antibiotika, Enzim, Toksin, Manitol, Asam 2-hidroksimalonat, Metil benzoate, P-hidroksibenzil alkohol, Asam ferulat, 2,5-dimetoksibenzokuinon, Dihidrokoenzim q10, Coenzim q10, Sorbisilin, Nektriapiron, Vermopiron, Trikoharzin, Kompaktin, Koasam suksinat, Asam itakonat, Asam karolat, Penkolida, Viridiofungin a, Viridiofungin b, Viridiofungin c, Metil-2,4,6-oktatriena carboksilat, Trikodermena a, Harzianopiridon, Harzianolida, Dehidro harzianolida, Asam harzianat, Ninginan d, 2,4,6,8-nonatetron-2,8-bisetilenketal, 2,3-dihidroksi-5,6-dimetil benzokuinon, 2,3-dimetoksi-5,6-dimetil benzokuinon, 2,3-dimetoksi-5,6-dimetil kuinhidron, 3,5-dihidroksi toluene, 1,2-dimetil-3,4-dihidroksi benzene, Trikodermaol, Dimerat santona, Trikodimerol, Trikodermolida, Sorbikuinol, Sekokoninginin, Siklonerodiol.

Asam gliokladat, Asam heptelidat, Triko-akorenol, 3,4,14-trihidroksikaroten-14-oleat, Trikodermin, Mikotoksin a, Harziandion, Ergosterol, Asam helvolat, Viridin, Viridol, Viron, Dermadin, sporolakton, Isonitrin a, Homotalin d, Gliotoksin, Fenol, Gliovirin, Urasil, Melanoksadin, Seramida, Valinotrisin, Melanoksazal, Trikopolin I, Vertisilin a, Homovertisilin a, 3-metilbut-2-enil eter, dan 3-hidroksimetilbut-2-enil eter. Selain itu, beberapa enzim juga dihasilkan oleh APH ini yang terkandung di dalam metabolit sekundernya, dan peran enzim sangat penting di dalam menunjang asal satu mekanisme antagonis, yaitu mikoparasit atau hiperparasit. Enzim yang terdapat di dalam metabolit sekunder *Trichoderma*

*sp.*, di antaranya protease, selulase, selobiase, khitinase, dan 1,3-  $\beta$ -glukanase (Purnomo, 2010).

#### 4. Sifat-sifat Metabolit Sekunder Agen Pengendali Hayati

Saifuddin (2014) menyebutkan bahwa metabolit sekunder APH mempunyai sifat yang menguntungkan dan sesuai dengan kebutuhan, jika diaplikasikan dalam berbagai cara. Sifat metabolit sekunder APH antara lain:

- a. Mudah larut dalam air, sehingga dapat menyatu dengan air dan tidak membutuhkan perata atau perekat.
- b. Tidak meninggalkan residu di dalam jaringan tanaman, sehingga produk pertanian aman terhadap bahaya residu.
- c. Tidak mudah menguap, membuat metabolit sekunder APH tahan lama di alam
- d. Jumlah metabolit sekunder yang dibutuhkan hanya sedikit, tetapi memberikan manfaat yang besar
- e. Mudah diaplikasikan dengan beragam cara dan dalam berbagai kondisi karena tidak terpengaruh oleh perbedaan lokasi dan cuaca atau iklim.
- f. Dapat dipadukan dengan pemupukan organik ketika diaplikasikan, sehingga dapat menghemat biaya kerja.
- g. Manfaat ganda dapat diakibatkan oleh aplikasi metabolit sekunder APH, baik terhadap OPT perkebunan sasaran maupun pertumbuhan dan produksi tanaman inangnya.

#### 5. Cara Pengaplikasian Metabolit Sekunder Agen Pengendali Hayati

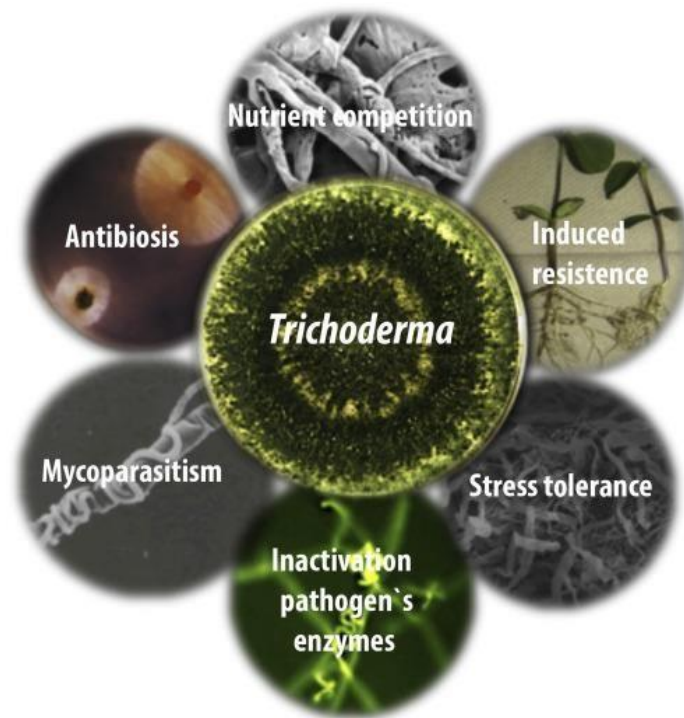
Purnomo Metabolit sekunder APH dengan banyak manfaat positif dan keuntungan, sangat menjanjikan untuk dapat mengatasi OPT perkebunan khususnya. Hal ini karena aplikasi metabolit sekunder APH yang mudah dan tidak terbatas, yaitu:

- a. Penyiraman sekitar batang tanaman di bawah tajuk tanaman
  - b. Pelindung benih dengan cara pelapisan benih dan perendaman benih
  - c. Perendaman akar bibit khususnya sebelum ditanam atau dipindah tanam
  - d. Penyiraman bibit di sekitar tangkai bibit dalam pesemaian
  - e. Perendaman rimpang, umbi, atau akar
  - f. Injeksi atau infus batang dan infus akar untuk tanaman berkayu
  - g. Penyemprotan daun dan batang serta cabang tanaman
  - h. Penyemprotan bunga atau buah/bakal buah
6. Keuntungan Menggunakan Metabolit Sekunder Agen Pengendali Hayati
- Metabolit sekunder APH banyak memberikan keuntungan jika diaplikasikan untuk mengendalikan OPT perkebunan. Hal ini akan berdampak kepada peningkatan pendapatan petani pekebun. Beberapa keuntungan yang dapat diberikan oleh metabolit sekunder APH yaitu:
- a. Mudah dilakukan penyiapan atau pembuatannya, dan bahkan sampai kepada penerapan dan penyimpanannya.
  - b. Cepat mengenai sasaran bahkan untuk sasaran yang sukar dilakukan pengendalian dengan cara apapun.
  - c. Secara khusus ditujukan untuk mengatasi OPT penggerek batang atau buah dan pembuluh kayu tanaman perkebunan.
  - d. Hemat bahan metabolit sekunder karena dapat diencerkan dan hanya dibutuhkan dalam jumlah sedikit.
  - e. Hemat biaya karena bahan dan alat yang diperlukan untuk membuat dan menyiapkan metabolit sekunder APH sangat murah.
  - f. Tidak berpengaruh negatif ke tanaman, bahkan memberikan pengaruh positif kepada pertumbuhan dan produksi tanaman.
  - g. Aman residu yang ada di dalam jaringan tanaman, karena metabolit sekunder APH adalah senyawa organik.

#### 7. Mekanisme Kerja *Trichoderma* sp.

*Trichoderma* dan metabolit sekundernya yang dilepaskan di rizosfer mungkin memiliki efek pada pertumbuhan dan nutrisi tanaman, induksi resistensi sistemik dan biokontrol mikroorganisme patogen. Di dalam tanah, efek *Trichoderma* pada sistem akar tidak terlihat. Namun, efek langsung dari jamur ini dapat diamati pada studi in vitro (Narrasawati dkk, 2017).

Menurut Ekowati, Sucianto, Muljowati, & Dewi (2009), mekanisme metabolit sekunder dalam menghambat perkembangan patogen adalah melalui denaturasi protein, baik struktural maupun fungsional pada sel patogen. Senyawa aktif pada metabolit sekunder mampu memecah ikatan disulfida yang menghubungkan antar polipeptida protein dinding sel dan membran sel. Denaturasi protein struktural pada dinding sel akan menyebabkan sel menjadi lebih rentan karena perlindungan sel menjadi lebih lemah, sedangkan pada membran sel patogen akan menyebabkan kehilangan sifat permeabilitas sehingga tidak dapat menyeleksi zat-zat yang keluar masuk sel. Keadaan ini menyebabkan senyawa metabolit sekunder dapat masuk ke dalam sel sehingga menyebabkan sel menjadi lisis dan mati.



Gambar 2.6. Strategi yang digunakan oleh genus *Trichoderma* (Silva dkk, 2019)

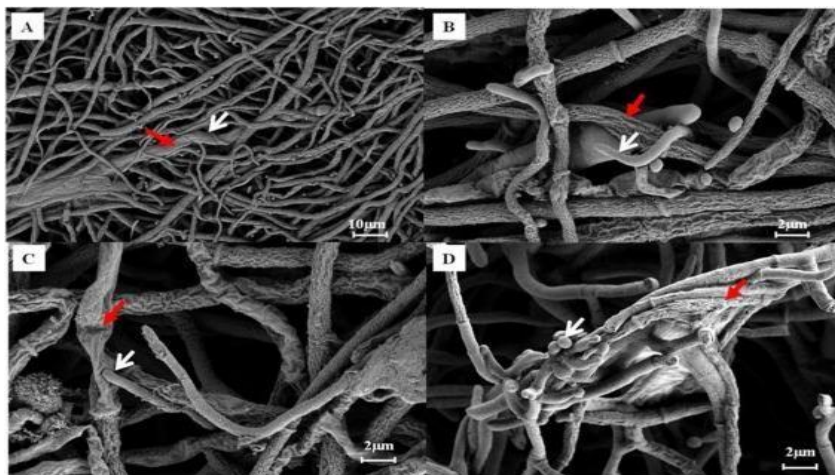
#### a. Mekanisme Biokontrol

Kekurangan nutrisi adalah penyebab umum kematian mikroorganisme tanah. Persaingan untuk nutrisi telah dianggap sebagai mekanisme biokontrol oleh *Trichoderma*. Jamur ini menghasilkan beberapa siderophores yang mengikat besi dan menghentikan pertumbuhan mikroorganisme patogen. Strain *Trichoderma* dapat bersaing untuk ruang dan untuk eksudat kunci dari biji yang merangsang perkecambahan perbanyak jamur patogen tanaman di tanah (Howell 2002). Ada buktinya *T. harzianum* CECT 2413 memiliki gen yang mengkode transporter glukosa berafinitas tinggi (Gtt1). Menariknya, Gtt1 hanya diekspresikan pada konsentrasi glukosa yang sangat rendah serupa dengan skenario kompetensi di antara mikroorganisme. Karena tumbuhan memancarkan karbohidrat, mungkin itu terjadi *Trichoderma*

bersaing untuk mendapatkan metabolit ini sebagai sumber karbon utama di tanah yang miskin nutrisi (Cornejo dkk, 2016).

#### b. Mikoparasitisme

Mikoparasitisme adalah salah satu mekanisme utama yang terlibat dalam antagonisme *Trichoderma* sebagai agen biokontrol. Proses tersebut tampaknya mencakup, pertumbuhan kemotropik *Trichoderma*, sekresi enzim ekstra seluler, penetrasi hifa dan lisis *Trichoderma* mengenali sinyal dari jamur inang, memicu coiling dan penetrasi inang. Proses mikoparasitisme melibatkan serangan langsung dari satu spesies jamur ke jamur lainnya. Proses kompleks ini mencakup peristiwa berurutan, yang melibatkan siklus pengenalan strain jamur oleh *Trichoderma sp.*, serangan pada mesin seluler, dan penetrasi berikutnya ke dalam host dan akhirnya membunuh host (Kubicek dkk, 2019).



Gambar 2.7 Scanning Electron Microscopy menunjukkan mikoparasitisme *S. rolfsii*-CSR dan *S. sclerotiorum*-TSS oleh spesies *Trichoderma*.

- A. Melingkarnya *T. harzianum* (MK751758) (panah berwarna putih) di sekitar hifa *S. sclerotiorum*-TSS (panah berwarna merah)
- B. Memperbesar tampilan lilitan hifa *S. sclerotiorum*-TSS (panah berwarna merah)

- C. Perlekatan *T. harzianum* (MK751758) (panah putih) miselia pada *S. rolfsii* -CSR (panah merah)
- D. Sporulasi *T. harzianum* (MK751758) (panah putih) pada miselia *S. rolfsii*-CSR (panah merah). (Rajani dkk, 2021)

*Trichoderma* sp. bahkan dapat tumbuh ke arah inang jamur dengan mengenali mereka. Aktivitas penginderaan jauh tersebut sebagian karena produksi sekuensial dari protein terkait patogenesis, sebagian besar protease glukonase, dan kitinase. Responnya berbeda-beda *Trichoderma* strain tidak serupa dalam proses mikoparasitisme. Sekresi konstitutif eksochitinase pada tingkat rendah yang mendegradasi dinding sel jamur melepaskan oligomer memainkan peran sentral dalam penghambatan pertumbuhan strain jamur patogen (Kubicek dkk, 2019).

Dalam beberapa kasus, perubahan morfologi seperti melingkar dan pembentukan appressorium yang mengandung zat terlarut osmotik yang lebih tinggi seperti gliserol menginduksi penetrasi dalam sel inang. *Trichoderma* melekat pada patogen, melingkar di sekitar patogen dan membentuk appresoria melepaskan isinya. Ini menghasilkan produksi peptida terkait patogenesis yang membantu masuknya *Trichoderma* hifa dan pencernaan isi dinding sel. Degradasi dinding sel jamur target oleh senyawa kimia yang dihasilkan menghasilkan parasitisme. Ada banyak faktor yang mempengaruhi proses ini dan setidaknya 20 hingga 30 protein dan metabolit lain terlibat langsung dalam interaksi ini. Fungsi glukonase dan menggunakan eksperimen gen-untuk-gen dan studi masa depan pasti akan membantu kita untuk memahami proses kompleks ini (Cornejo dkk, 2016).

*Trichoderma* sp. dengan potensi mikoparasit untuk menyerang dan melisiskan jamur patogen tanaman seperti *Alternaria alternata*, *Botrytis*

*cinerea*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Pythium* sp. dan *Fusarium* sp. (Harman dkk. 2004). Mikoparasitisme pada *Trichoderma* melibatkan perpaduan antara pengenalan dan keterikatan inang dan melingkar di sekitar hifa inang. Ini adalah proses kompleks yang melibatkan pertumbuhan tropik dari agen biokontrol menuju jamur yang ditargetkan, kumparan yang dimediasi lektin *Trichoderma* hifa ke patogen, dan akhirnya serangan. Fenomena ini melibatkan sekresi metabolit antibiotik, yang mengakibatkan pelucutan dan pembunuhan patogen. Cara kerja termasuk pelepasan atpenin, penghambat kuat dan spesifik dari metabolisme mitokondria dalam parasit (Waghunde dkk, 2016).

#### c. Antibiosis

Metabolit sekunder *Trichoderma* sp. yang bersifat antibiotik di antaranya adalah koniginin, viridin, dan harzianopyridone (Vinale dkk, 2014). Koninginin yang diisolasi dari *T. harzianum*, *T. koningii*, dan *T. aureoviride* menunjukkan aktivitas antibiotik in vitro terhadap jamur *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*, *Rhizoctonia solani*, *Phytophthora cinnamomi*, dan *Fusarium oxysporum*. Viridin adalah senyawa antijamur yang diisolasi dari *T. koningii*, *T. viride*, dan *T. virens*. Antibiotik ini mencegah perkecambahan spora *Botrytis allii*, *Colletotrichum lini*, *Fusarium caeruleum*, dan *Aspergillus niger*. Harzianopyridone merupakan metabolit dari *T. harzianum* yang sangat ampuh melawan *Botrytis cinerea*, *R. solani*, *G. graminis* var. *tritici*, dan *Pythium ultimum*. *Trichoderma viridie* akan meningkatkan aktifitas parasitisme dan pembentukan gliotoksin dan viridin pada kondisi asam (Akter dkk, 2019).

Untuk bertahan hidup dan bersaing dalam relung ekologi mereka, jamur tidak hanya menggunakan senjata enzimatik tetapi juga memiliki



persenjataan yang kuat untuk perang kimia yang mereka miliki. Dengan demikian, tidak hanya potensi antibiotik tetapi juga mikotoksin dan lebih dari 100 metabolit dengan aktivitas antibiotik termasuk poliketida, piron, terpene, metabolit yang berasal dari asam amino, dan polipeptida terdeteksi di *Trichoderma* sp. dan telah disarankan untuk digunakan untuk kemotaksonomi spesies ini. Namun, evolusi pembentukan peptaibol tampaknya terlalu kompleks untuk memungkinkan prediksi profil produksi peptaibol membentuk hubungan filogenetik (Schuster dan Schmoll, 2010).

Salah satu metabolit sekunder pertama yang dikarakterisasi *Trichoderma* sp. adalah antibiotik peptida paracelsin (Bruckner dan Graf 1983; Bruckner dkk. 1984). Berbagai macam peptaibol diidentifikasi di *Trichoderma* setelah itu. Menariknya, empat spesies penghasil mikotoksin trichothecene (*Trichoderma brevicompactum*, *Trichoderma arundinaceum*, *Trichoderma turrialbense*, dan *Trichoderma protrudens*) tidak terkait erat dengan spesies yang digunakan dalam biokontrol, yang tidak hanya berarti bahwa penerapan biokontrol di bidang pertanian tidak menimbulkan risiko dalam hal ini tetapi juga menunjukkan bahwa mikotoksin ini tidak memainkan peran utama dalam mekanisme pertahanan jamur ini (Adriansyah dkk, 2015).

Kemajuan terbaru dalam pemurnian dan identifikasi metabolit dari *Trichoderma* telah memunculkan gagasan bahwa, proses antagonis bergantung pada produksi antibiotik dan enzim hidrolitik yang terkait dengan kemungkinan persaingan untuk nutrisi di rhizosfer. Aktivitas antibiotik ini dapat memunculkan zat yang diproduksi oleh *Trichoderma*. Daftar tersebut yaitu alkil piron, isonitril, poliketida, peptaibol, diketopiperazin, seskuiterpen, dan steroid. Antibiotik utama dari *T. virens* adalah peptaibols (yaitu gliotoxin, NRP kecil) Peptaibol

dari kelas 11-, 14- dan 18-mer. Gangguan gen sintetase peptida non-ribosom, *tex1*, mengakibatkan hilangnya produksi semua bentuk peptaibol 18-residu di *T. virens* (Waghunde dkk, 2016).

Jamur *Trichoderma* berpotensi menghasilkan racun (antibiotik) yang dapat membunuh mikroba lain pada konsentrasi rendah. Keragaman antibiotik ini telah menunjukkan berbagai aktivitas melawan prokariota dan eukariota (Saxena, 2015). *Trichoderma* sp. memproduksi antibiotik, dan produksi antibiotik pertama kali dijelaskan oleh Weindling (1934); tapi Dennis dan Webster (1971) melaporkan peran antibiotik dalam pengendalian patogen tanaman. Paracelsin adalah metabolit sekunder antibiotik pertama, teridentifikasi dalam *Trichoderma* sp. menghasilkan sejumlah besar senyawa dengan aktivitas antibiotik seperti alkohol, aldehida, etilen, hidrogen sianida, monoterpen, keton, peptaibol, dan gliovirin dan gliotoxin seperti diketopiperazine. Kemampuan untuk memproduksi antibiotik dengan *Trichoderma* sp. tergantung pada faktor-faktor tertentu, misalnya, jumlah mikroorganisme, pH dan suhu, dan jenis substrat. *Trichoderma* tunggal dapat menghasilkan banyak senyawa antibiotik, dan dengan cara yang serupa antibiotik yang diberikan dapat diproduksi oleh *Trichoderma* sp. yang berbeda tetapi studi Luckner (1990) mengungkapkan bahwa isolat yang berbedaspecies yang sama dapat menghasilkan senyawa yang berbeda. (Cornejo dkk, 2016) melaporkan bahwa ekstrak metanol dari kultur ganda kalus *Catharanthus roseus* dan, *Trichoderma harzianum* menunjukkan aktivitas antimikroba yang signifikan terhadap *Bacillus subtilis* dan *Staphylococcus aureus*.

Studi yang dilakukan Awa dkk (2018) telah menunjukkan bahwa *Trichoderma viride* memiliki berbagai aktivitas antimikroba, antioksidan, antikanker, dan antivirus. *Trichoderma viride* dianggap agen paling menjanjikan dan efektif yang mengendalikan berbagai macam

mikroorganisme. *Trichoderma viride* memiliki efek antijamur terhadap *Sclerotium rolfii*, *Rhizoctoniasolani*, *Pythium ultimum*, *Fusarium solani*, dan *Candida albicans*, aktivitas antibakteri lebih lanjut terhadap *Pseudomona uorescens*, *Escherichia coli*, dan *Bacillus subtilis*. Gajera dkk (2016) melaporkan efek antioksidan dari *Trichoderma viride* terhadap *Aspergillus niger* Van Tieghem patogen busuk leher pada kacang tanah. (Kubicek dkk, 2019) mempelajari 24 isolat *Trichoderma* dari tiga bagian, bagian *Trichoderma Pachybasium*, dan bagian *Trichoderma Longibrachiatum* untuk aktivitas antibakteri, antijamur, dan anti ragi terhadap panel yang terdiri dari tujuh bakteri, tujuh ragi, dan enam lomentosa jamur. Jumlah strain tertinggi yang menunjukkan aktivitas antibakteri dan antijamur dilaporkan berasal dari bagian *Trichoderma pachybasium*, sedangkan strain dari bagian *Trichoderma Longibrachiatum* menunjukkan aktivitas antijamur tertinggi. Pelet *Trichoderma* memiliki aktivitas antijamur terhadap *Chondrostereum purpureum*, bila disuntikkan ke batang pohon dan efektif melawan daun perak penyakit pohon buah-buahan. Spesies *Trichoderma* digunakan di perlindungan luka pemangkasan tanaman anggur dari infeksi oleh patogen batang. *Trichoderma* telah dibuktikan secara luas spektrum baik in vitro dan in vivo.

#### d. Metabolit Sekunder dari Enzim

Secara ekonomi, banyak tanaman yang telah dirusak oleh pathogen, diantaranya adalah pathogen yang ditularkan melalui tanah. Jenis jamur patogen utama termasuk *Botrytis*, *Fusarium*, *Pythium*, dan *Rhizoctonia*. Untuk mengendalikan patogen ini, pestisida telah banyak digunakan, tetapi penggunaan pestisida telah mengakibatkan masalah lingkungan dan kesehatan manusia di seluruh dunia. Jadi dibutuhkan alternatif

ramah lingkungan untuk mengendalikan pathogen tersebut (Kamal dkk, 2018).

Menariknya, *Trichoderma* sp. mengasamkan pH media interaksi dan meningkatkan pertumbuhan tanaman. Promosi pertumbuhan tanaman oleh *Trichoderma* telah diamati di beberapa tanaman. Masih ada kemungkinan untuk meningkatkan kualitas metabolisme sekunder *Trichoderma* sp. dengan memperbaiki kondisi keasaman dan bahan media tempat tumbuh *Trichoderma* sp. Jamur antagonis seperti *Trichoderma* sp. pada kondisi asam akan lebih terpacu meningkatkan pembentukan enzim–enzim. Ekspresi enzim–enzim khitinolitik bersifat inducibel. Ekspresi enzim meningkat dengan cepat apabila pada medium tumbuh *Trichoderma* sp. mengandung kitin sebagai satu–satunya sumber karbon dan kitin dapat berbentuk kitin murni atau turunannya dan dinding sel serta miselium jamur patogen. Induksi tidak terjadi apabila *Trichoderma* ditumbuhkan pada medium yang mengandung glukosa dan beberapa gula sederhana yang lain (Adriansyah dkk, 2015).

Metabolit sekunder *Trichoderma* sp. yang bersifat enzim di antaranya adalah kitinase,  $\beta$ -1,3- glukukanase, dan protease (Harman dkk, 2004). Enzim  $\beta$ -1,3-glukanase dan kitinase diisolasi dari *T. viride*, *T. virens*, dan *T. harzianum* (Dubey dkk, 2011). Enzim–enzim tersebut berperan penting dalam proses pengendalian penyakit tanaman. Selanjutnya Vinale dkk (2014) melaporkan bahwa beberapa metabolit sekunder *Trichoderma* sp. dapat menginduksi ketahanan tanaman, yaitu berperan sebagai elisitor dalam mekanisme pertahanan tanaman melawan patogen–pyrone yang dihasilkan (Ainy dkk, 2008).

Dinding sel *Trichoderma* diketahui menghasilkan enzim hidrolitik, misalnya, selulase, kitinase, dll., yang berperan penting dalam degradasi biomassa (Kubicek dkk, 2019) mempelajari bahwa dinding sel jamur

fitopatogenik terutama terdiri dari  $\beta$ -1,3-glukan dan kitin, termasuk selulosa di beberapa oomycetes, misalnya, *Pythium* sp, tetapi karena adanya enzim hidrolitik, *Trichoderma* mengganggu aktivitas patogen. Enzim hidrolitik yang disekresikan oleh *Trichoderma* menghambat pertumbuhan patogen. *Trichoderma harzianum* telah dibuktikan menghasilkan enzim hidrolitik yang menghambat pertumbuhan *Crinipellis pernicioso*, yaitu diketahui sebagai agen penyebab penyakit kakao (*Theobroma cacao*). Faktor terpenting untuk produksi enzim oleh jamur yang paling penting adalah jenis sumber karbon yang tersedia, produksi enzim hidrolitik, kondisi cahaya, laju pertumbuhan, dan stres sekresi (Blaszczyk dkk, 2014).

*Trichoderma reesei* adalah produsen selulolitik yang paling banyak digunakan untuk enzim pendegradasi selulosa dan hemiselulosa dan digunakan sebagai tempat produksi untuk enzim dalam aplikasi industri. Banyaknya enzim aktif karbohidrat yang dihasilkan oleh *T. reesei* membentuk sistem kompleks yang diatur oleh berbagai faktor lingkungan dan fisiologis. Ditemukan *Trichoderma reesei* strain QM6 menjadi penghasil enzim hypercellulolytic yang baik, (RUT-C30), meskipun selulase tingkat tinggi juga diproduksi pada spesies lain dari genus ini.

*Trichoderma hamatum* memiliki aktivitas antimikroba yang lebih tinggi karena adanya spesifik  $\beta$ -glukanase dan kitinase, yang berperan penting sebagai enzim hidrolitik selama degradasi dinding sel. (Kubicek dkk, 2019) mempelajari bahwa strain YYH13 dari *Trichoderma hamatum* menghasilkan selulase, karena kemampuannya yang kuat untuk mendegradasi biomassa selulosa. (Kubicek dkk, 2019) mempelajari produksi dan pemurnian tiga selulase dari *Trichoderma harzianum*: exoglukanase (EXG), endoglukanase (EG), dan  $\beta$ -

glukosidase (BGL). Sejumlah kecil selulase hadir di *Trichoderma reesei*, *Trichoderma viride*, dan *Trichoderma atroviride*; tapi semua spesies ini diperkaya dalam beberapa komponen hemiselulolitik, seperti GH27  $\alpha$ -galactosidases, GH43  $\alpha$ -arabinofuranosidases/ $\beta$ -xylosidases, GH67 dan GH79  $\alpha$ -methylglucuronidases dan  $\alpha$ -fucosidases, selulase, dan xilanase (Kubicek 2013).

*Trichoderma reesei* menghasilkan selulase, yang digunakan terutama untuk pembuatan malt, pemanggangan, dan produksi alkohol biji-bijian. Biomassa lignoselulosa digunakan untuk produksi biofuel, misalnya etanol. industri kertas, dan tekstil. *Trichoderma* sp. juga digunakan untuk produksi enzim industri, misalnya enzim digunakan untuk meningkatkan proses pembuatan jus buah produksi dan sebagai pakan tambahan untuk ternak dan makanan hewan. *Trichoderma* juga digunakan untuk perkecambahan biji, misalnya mengamati perkecambahan biji bunga matahari yang signifikan, pada aplikasi *T. viride* atau *Trichoderma reesei*. Beberapa formulasi yang tersedia secara komersial untuk perlindungan dan peningkatan pertumbuhan adalah RootShield™, BioTrek 22™, T-22G™, dan T-22HBTM, Suprevisit™, Binab™, Trichopel™, Trichojet™, Trichodowels™, Trichoseal™, dll. *Trichoderma* sp. mampu menggunakan berbagai macam senyawa seperti sumber karbon dan nitrogen secara bersamaan mengeluarkan berbagai enzim untuk dipecah menurunkan polimer tanaman menjadi gula sederhana untuk energi dan pertumbuhan. Karena tingginya biaya penginduksi kimiawi untuk enzim ini, ada kebutuhan untuk dan beberapa organik murah menyebabkan dari limbah pertanian sehingga produksi massal spesies *Trichoderma* bisa ditingkatkan. Studi tentang enzim yang diproduksi oleh *Trichoderma* sangat penting untuk dan enzim yang lebih efisien dan berbiaya rendah, yang akan berguna

dalam berbagai langkah dari proses hidrolitik degradasi biomassa (Blaszczyk dkk, 2014).

Perbedaan antara metabolit sekunder kemungkinan juga berhubungan dengan karakter genetik dari masing-masing spesies *Trichoderma* sp. Hal ini sejalan dengan pernyataan Ekowati dkk (2009), metabolit sekunder yang dihasilkan *Trichoderma* sp. dipengaruhi oleh sifat genetik. Setiap spesies dan strain-strain tertentu mempunyai kemampuan menghasilkan senyawa antimikrob yang berbeda karakteristiknya sehingga akan menentukan banyaknya senyawa antimikroba yang diproduksi dan efektivitasnya terhadap mikroba patogen (Kubicek dkk, 2019).

#### 8. Resistensi yang Diinduksi

Fokus utama dari *Trichoderma* adalah untuk memahami efek langsung pada spesies jamur lain, terutama mikoparasitisme dan antibiotik. Demonstrasi pertama yang jelas tentang resistensi yang diinduksi dengan *Trichoderma harzianum* strain T-39 menunjukkan bahwa tanah yang diolah membuat daun tanaman buncis tahan terhadap penyakit yang disebabkan oleh jamur patogen seperti *B. cinerea* dan *C. lindemuthianum*. Padahal T-39 hanya diaplikasikan pada akar dan tanpa pada dedaunan. Resistensi yang diinduksi ditemukan bermanfaat pada lebih dari 10 dikotil dan monokotil berbeda, terhadap infeksi oleh jamur (*B. cinerea*, *R. solani*, *Colletotrichum* sp, *Phytophthora* sp, *Alternaria* sp, *Magnaporthe grisea*, dll), bakteri (*Xanthomonas* sp, *Pseudomonas syringae*, dll), dan bahkan beberapa virus seperti CMV. Tanah diolah dengan *T. harzianum* strain T-39 juga efektif melawan jamur patogen *B. cinerea* dan *Colletotrichum lindemuthianum* di tanaman kacang.

Temuan serupa dilaporkan telah dilakukan dengan spesies dan strain *Trichoderma* yang berbeda, termasuk monokotil dan dikotil. *Trichoderma*

*harzianum* strain T-22 adalah satu-satunya mikroba yang dilaporkan menyebabkan resistensi sistemik terhadap patogen pada tanaman model dan juga pada jagung yang mengindikasikan kemampuannya yang unik. Resistensi sistemik yang diinduksi diyakini sebagai salah satu yang paling penting mekanisme dari biokontrol efek dari *Trichoderma* (Cornejo dkk, 2016).

Berbagai macam strain *Trichoderma virens*, *Trichoderma asperellum*, *Trichoderma harzianum*, dan *Trichoderma atroviride* merangsang perubahan metabolisme yang meningkatkan toleransi yang lebih tinggi terhadap banyak mikroba patogen tanaman termasuk virus (Tabel 1). Demikian pula, tanggapan ini tampaknya berguna secara luas untuk banyak tanaman; sebagai contoh, *Trichoderma harzianum* strain T-22 menginduksi resistensi pada tanaman yang beragam seperti tomat dan jagung, menunjukkan sedikit atau tidak ada spesifisitas tanaman.

Isolasi dari *Trichoderma harzianum* (T9) menginduksi resistensi pada tanaman tomat (kultivar cv. Sida) dengan mengurangi 69,32% noda bakteri (*Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*) setelah 14 hari posting inokulasi. Demikian pula, bintik abu-abu pada daun (*Stemphylium solani*), memisahkan *T. asperellum* (T18) menginduksi resistensi dan menunjukkan penurunan yang signifikan pada jumlah bintik sebesar 19,23% setelah 10 hari setelah inokulasi. Filtrat elicitor dari *T. harzianum* (PDBCTh10 isolate) terbukti efektif melawan busuk akar (*Phytophthora capsici*) di tanaman lada dan diinduksi.



Tabel 2.1 Resistensi sistemik yang ditimbulkan oleh *Trichoderma* sp.

Spesies Tanaman dan Strain	Spesies Tumbuhan	Patogen	Hasil	Referensi
<i>T. virens</i> G-6, G-6-5 dan G-11	Kapas	<i>Rhizoctonia solani</i>	Melindungi tanaman dengan menginduksi terpenoid phytoalexin yang bersifat toksik bagi jamur	Howell dkk., 2009
<i>T. harzianum</i> T- 39	Kacang	<i>Colletotrichum lindemuthianum</i> , <i>Botrytis cinerea</i>	Tidak ada infeksi pada daun ketika T- 39 diaplikasikan pada akar	Bigirimana dkk, 1997
	Tomat, merica, tembakau, selada, kacang	<i>B. cinerea</i>	Tidak ada infeksi pada daun ketika T- 39 diaplikasikan pada akar	De Meyer, 1998
	<i>A. thaliana</i> ( L.) Heynh.	<i>Botrytis cinerea</i> Pers.	Ecotype Colombia-0 (Col-0) menunjukkan	Korolev dkk., 2008

			resistensi yang menyebabkan berkurangnya gejala jamur abu-abu	
	<i>Vitis vinifera</i>	<i>Plasmopara viticola</i>	Mengaktivasi mekanisme terkait pertahanan	Per azzoli dkk., 2012
	Tomat	<i>Botrytis cinerea</i>	0,4% T39 basah kuyup menunjukkan 84% penurunan keparahan penyakit	Meller dkk., 2013
	Mentimun, kacang, tomat, dan stroberi	<i>Botrytis cinerea</i> dan <i>Podosphaera xanthii</i>	Terlindung dari penyakit daun dengan efek langsung atau tidak langsung melalui stimulasi mikroorganisme menguntungkan di rhizosfer	Levy dkk., 2015
<i>T. harzianum</i> T-22; <i>T. atroviride</i>	Kacang	<i>B. cinerea</i> dan <i>Xanthomonas</i>	Aktivasi jalur yang terkait	Harman dkk., 2004

P1 <i>T. harzianum</i> T-1 & T22; <i>T. virens</i> T3		<i>campestris</i> pv. Phaseoli	dengan senyawa antijamur pada daun	
<i>T. harzianum</i> T-1 & T22; <i>T. virens</i> T3	Timun	Belang hijau, virus mosaik	Tidak ada infeksi pada daun	Lo dkk, 2000
<i>T. harzianum</i> T-22	Tomat	<i>Alternaria solani</i>	Ketika T-22 diaplikasikan	Pelaut, 2003
<i>Trichoderma</i> GT3-2	Timun	<i>C. orbiculare</i> , <i>P. syringae</i> pv. lachrymans	hanya pada akar Induksi gen terkait pertahanan yang terkait dengan lignifikasi dan pembentukan superoksida	Koike dkk., 2001
<i>T. harzianum</i>	Lada	<i>Phytophthora capsici</i>	Meningkatkan produksi kapsidiol phytoalexins yang bersifat toksik bagi patogen	Ahmed dkk, 2009
<i>T. asperellum</i> ( T203)	Timun	<i>Pseudomonas syringae</i> pv.	Memodulasi ekspresi protein	Shoresh dkk, 2005

		lachrymans	yang terkait dengan pensinyalan asam jasmonic / etilen	
<i>T. asperellum</i> SKT-1	<i>A. thaliana</i>	Virus mosaik ketimun	Mekanisme pertahanan	Elsharkawy dkk, 2013
<i>T. harzianum</i> Tr6, dan <i>Pseudomonassp.</i> Ps14	Timun dan <i>A. thaliana</i>	Dalam mentimun- <i>Fusarium oxysporum</i> <i>F.sp.radicis cucumerinum</i> dan masuk <i>A. thaliana</i>	yang lebih baik terhadap infeksi CMV melawan Ps14 dan Tr6 mengaktifkan set gen yang berhubungan dengan pertahanan <i>B. cinerea</i>	Ali zadeha <i>et al.</i> , 2013
<i>T. vires</i> dan <i>T. Atroviride</i>	Tomat	<i>Alternaria solani</i> , <i>B. cinerea</i> , dan <i>Pseudomonas syringae</i> pv. tomat ( Pst DC3000)	Protein yang disekresikan - Sm1 dan Epl1 keduanya menginduksi resistensi sistemik yang didapat	Salas-Marina dkk, 2015

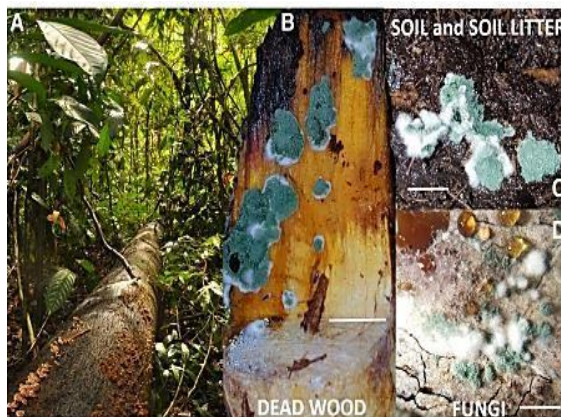
### **BAB III**

## **KAJIAN EKOLOGI**

*Trichoderma* merupakan genus jamur yang terdapat hampir di seluruh kondisi lingkungan. spesies ini paling banyak ditemukan pada tanah di daerah dengan iklim sedang. Selain itu spesies ini juga dapat berkoloni pada tumbuhan perdu. Di alam, *Trichoderma* merupakan jenis jamur yang pertumbuhannya cepat, produsen produktif spora dan juga penghasil antibiotik yang kuat bahkan di bawahnya lingkungan yang sangat kompetitif untuk ruang, nutrisi, dan cahaya (Wanghunde dkk, 2016).

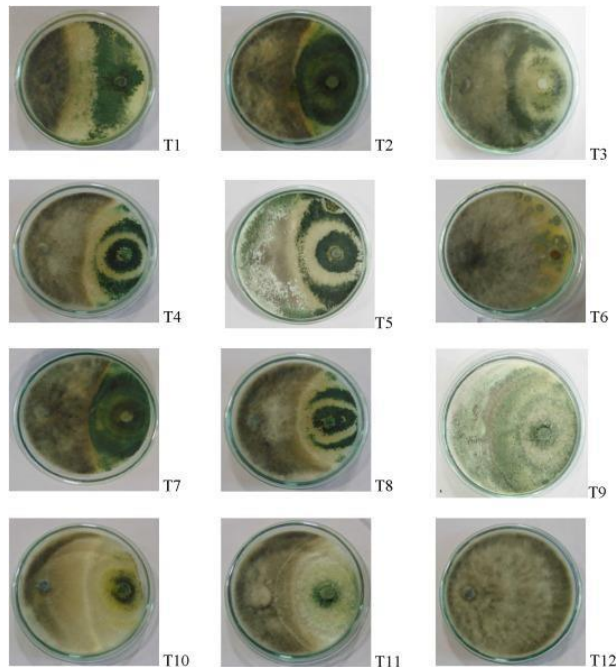
*Trichoderma* secara ekologis sangat dominan ditemukan di alam dengan strain beragam yang dapat tumbuh pada berbagai jenis lingkungan seperti di padang rumput ,tanah pertanian, rawa, hutan, lingkungan dengan kadar garam tinggi, gurun, danau, udara, di sekitar hampir semua jenis spesies tumbuhan hidup, benih dan daerah dengan zona iklim (termasuk Antartika, tundra, dan tropis). Saat ini isolat *Trichoderma* laut telah ditemukan dan akan di teliti lebih jauh untuk mengevaluasi potensi penggunaannya sebagai agen biokontrol halotolerant melawan *Rhizoctonia solani* dalam pertahanan sistemik pada tumbuhan (Wanghunde dkk, 2016).

Genus *Trichoderma* telah terdistribusi secara global dan sudah ada setidaknya sejak 100 juta tahun lalu ketika guncangan minyak pertama mendorong pemerintah untuk mencari alternatif bahan bakar fosil. *Trichoderma* adalah spesies yang sangat sukses di habitatnya, hal ini terbukti dari pemanfaatan yang baik dari substratnya dan kapasitas sekresi spesies ini untuk metabolit dan enzim antibiotik (Sharma dkk, 2019).



Gambar 3.1 *Trichoderma* di alam. Sebuah Batang kayu yang tumbang dari kayu mati yang dijajah oleh jamur lain merupakan relung ekologi utama untuk *Trichoderma* sp. b *Trichoderma atroviride* di atas kayu mati. c *T. harzianum* di tanah. d *T. simonsii* pada SPorokarp *Stereum* sp. Beberapa Spesies juga dapat menjajah tanah dan menjadi endofit. Bar skala pada B dan C sama dengan 1 cm (Kubicek dkk, 2019).

*Trichoderma* baru menjadi sorotan ilmiah pada akhir tahun 1970-an karena kemampuannya sebagai agen biokontrol melawan patogen tanaman. *Trichoderma* dapat digunakan untuk memodifikasi rhizosfer, kemampuan untuk tumbuh dalam kondisi buruk, kompetensi dalam penggunaan nutrisi, kuat agresivitas terhadap jamur fitopatogenik dan khasiatnya dalam mendukung pertumbuhan dan pertahanan tanaman membuat *Trichoderma* menjadi genus yang mampu tumbuh dan beradaptasi di habitat yang lebih luas dan pada populasi dengan kepadatan tinggi (Cornejo dkk., 2016).



Gambar 3.2. Prospek antagonis dari strain *Trichoderma* yang menghambat fitopatogen *R. solani* pada 10 hari setelah inokulasi [T1 = TharzT<sub>1</sub> X *R. solani* ; T2 = TharzT<sub>2</sub> X *R. solani* ; T3 = TharzT<sub>3</sub> X *R. solani* ; T4 = TharzT<sub>4</sub> X *R. solani* ; T5 = TviriT<sub>5</sub> X *R. solani* ; T6 = TviriT<sub>6</sub> X *R. solani* ; T7 = TVT<sub>7</sub> X *R. solani* ; T8 = ThamaT<sub>8</sub> X *R. solani* ; T9 = TkoniT<sub>9</sub> X *R. solani* ; T10 = TpsedT<sub>10</sub> X *R. solani* ; T11 = TpsedT<sub>11</sub> X *R. solani* ; T12 = TpsedT<sub>12</sub> X *R. solani*]. (Gajera dkk, 2020)

Jika dibandingkan dengan organisme antagonis yang diisolasi dari tanah, organisme antagonis udara dilaporkan kurang efisien karena alasan yang jelas melekat di ceruk masing-masing. Meskipun demikian, upaya pemanfaatan potensi mikrospora antagonis epifit alami untuk pengelolaan berbagai penyakit tanaman terus dilakukan. (Kubicek dkk, 2019) melaporkan pada studi kasus sifat antagonis jamur epifit yang diisolasi dari pisang untuk pengelolaan penyakit busuk mahkota pisang. Endofit berasal dari kata Yunani “endon” yang artinya di dalam dan “Phyte” artinya tumbuhan. Jadi istilah endofit mengacu pada kolonisasi interior tanaman oleh bakteri atau jamur. Mikroorganisme endofit ada dalam jaringan hidup sebagian besar spesies tumbuhan.

Endofit merupakan mikroorganisme yang hidup pada kumpulan tanaman dan tidak akan menyebabkan penyakit. (Blaszczyk dkk, 2014) mengidentifikasi endofit sebagai mikroorganisme yang tumbuh di ruang antar sel tumbuhan tingkat tinggi dan diakui sebagai salah satu kelompok mikroorganisme yang paling menjanjikan secara kimiawi dalam hal keanekaragaman dan potensi farmasinya. Ada beberapa spesies *Trichoderma* endofit yang baru diidentifikasi termasuk *Trichoderma ovalisporum*, *Trichoderma stromaticum*, *Trichoderma theobromicola*, *Trichoderma paucisporum*, dan *Trichoderma evansii*.



Gambar 3.3. *Trichoderma reesei* pada batang kayu lapuk (Rumbos, 2015)

Spesies *Trichoderma* biasanya dianggap sebagai organisme yang terbawa tanah dan dikenal karena potensinya untuk mengendalikan penyakit tanaman yang telah ditemukan sebagai tumbuhan endofit. Di awal tahun 2000, Verma dkk. (2007) melaporkan bahwa *Trichoderma atroviride* yang diisolasi dari endoriza pisang dapat digunakan sebagai biokontrol nematoda. Selain itu, ada juga studi sistematis tentang komposisi dan distribusi spesies endofit *Trichoderma* pada tanaman pisang.



Verma *dkk.* (2007) mengamati tiga kelompok spesifik *Trichoderma* di akar pisang. Pertama kelompok yang diisolasi dari permukaan umbi pisang yang terdiri dari *Trichoderma asperellum*, *Trichoderma virens*, dan *Hypocrea lixii*, sedangkan kelompok yang kedua terdiri dari *Trichoderma atroviride* dan *Trichoderma koningiopsis* yang hanya ada di permukaan, dan kelompok ketiga terdiri dari *Trichoderma brevicompactum* yang diisolasi dari dalam akar.



Gambar 3.4. *Trichoderma lixii* pada kayu lapuk, (Chaverri, 2015)

Pada studi kasus lainnya (Blaszczyk *dkk.*, 2014) memperoleh koleksi isolat *Trichoderma* yang beragam, dan sebagian besar telah diisolasi dan dibudidayakan dari kulit batang *Theobroma cacao* dan spesies *Theobroma* yang lainnya. Pendekatan pembuatan koleksinya dengan mencari endofit yang berkembang bersama dengan patogen kakao dan kerabatnya di wilayah Amazon bagian atas.

Kubicek *dkk.* (2002) membuat studi sistematis tentang endofit dari *Azadirachta indica*. Sebanyak 233 isolat jamur endofit yang mewakili 18 taksa jamur yang diperoleh dari ruas batang kulit kayu, dan daun. Jamur endofit yang dominan diisolasi adalah *Phomopsis oblonga*, *Cladosporium*

*cladosporioides*, *Pestalotiopsis* sp., *Trichoderma* sp., dan *Aspergillus* sp. Selain itu pada studi kasus yang lain mengungkapkan bahwa *Trichoderma* yang diisolasi dari akar *Coffea arabica* dari daerah penghasil kopi terbesar di Ethiopia, mendapatkan bahwa komunitas tersebut adalah jenis *Trichoderma*. Pada akar *Coffea arabica* mengandung jamur baik dari rizosfer kopi dan diduga jamur endofit obligat.

Tumbuhan hidup berhubungan erat dengan mikroba yang menghuni tanah tempat tumbuhan tersebut tumbuh. Komunitas mikroba tanah menandakan salah satu reservoir keanekaragaman hayati terbesar yang diketahui di dunia sejauh ini. Wilayah rizosfer, yang merupakan zona sempit tanah yang dipengaruhi oleh sekresi akar, dapat memiliki hingga 1011 sel mikroba per gram akar dan lebih dari 30.000 spesies prokariotik (Sharma dkk, 2019).



Gambar 3.5. Spesies *Trichoderma aureoviride*, *Trichoderma parvum*, *Trichoderma strictipile*, *Trichoderma citrinoviride* pada batang kayu mati (Voglmayr, 2014)

Keanekaragaman spesies *Trichoderma* dari berbagai kawasan rizosfer dapat dilihat dari berbagai studi diantaranya adalah *Trichoderma harzianum*

(T-12) dan *Trichoderma koningii* (T-8) yang diisolasi dari tanah rizosfer kacang, jagung, tomat, dan lobak di New York. *Trichoderma* yang telah diisolasi ini kemudian dilakukan identifikasi taksonomi. Selanjutnya strain yang teridentifikasi adalah *Trichoderma viride* (GRT-1, GRT-6 dan GRT-9), *Trichoderma koningii* (GRT-2, GRT-5 dan GRT-8), *Trichoderma* sp. (GRT-3), *Trichoderma reesei* (GRT-4), *Trichoderma harzianum* (GRT-7), dan *Trichoderma aureoviride* (GRT-10) (Sharma dkk. 2019).

#### **A. Distribusi *Trichoderma* pada Ekosistem Berbeda**

Distribusi strain *Trichoderma* di berbagai wilayah memiliki kecenderungan menurun dari bagian utara ke bagian selatan. Proporsi dan komposisi *Trichoderma* bervariasi di antara berbagai wilayah: Berdasarkan penelitian yang dilakukan (Ma dkk, 2020) pada ekosistem hutan di Xinjiang Utara China. Prefektur Altay memiliki jumlah spesies *Trichoderma* terbesar yakni sebanyak 17 spesies, dengan jumlah yang sedikit lebih rendah yakni 16 spesies di bagian Yili; Changji dengan jumlah 10 spesies, sementara Bayingolin dan Urumqi memiliki lebih sedikit spesies (masing-masing tujuh dan enam). Namun proporsi galur yang diperoleh dari Altay paling tinggi (182 galur, 58%), diikuti oleh Yili (48 galur, 15%), Changji (36 galur, 12%), Urumqi (31 galur, 10%), dan Bayingolin (15 strain, 5%) (Ma dkk, 2020).

Distribusi *Trichoderma* bervariasi pada beberapa ekosistem. Menurut lingkungan ekologi yang berbeda, dapat dibagi menjadi ekosistem padang rumput dan hutan. Padang rumput juga mencakup dua sub-ekosistem, padang pasir stepa dan padang rumput sedang. Sedangkan ekosistem hutan terdiri dari hutan jenis konifera serta sub ekosistem hutan campuran berdaun lebar dan konifer. Ada 446 spesies *Trichoderma* dari ekosistem padang rumput dengan 163 strain (52,24% dari total strain) dan 20 spesies

*Trichoderma*. Sebanyak 188 sampel dikumpulkan dari ekosistem hutan dengan 149 strain (47,76% dari total strain) dan 16 spesies (Ma dkk, 2020).

Jumlah spesies *Trichoderma* yang terkumpul di ekosistem hutan lebih sedikit dari pada ekosistem padang rumput. Namun, frekuensi isolasi spesies *Trichoderma* pada ekosistem hutan 79,26%, lebih tinggi secara signifikan dibandingkan dengan padang rumput sebesar 36,55%. Oleh karena itu ekosistem hutan merupakan salah satu ekosistem yang dominan *Trichoderma*, dan itu lebih cocok untuk kelangsungan hidup dan kolonisasi *Trichoderma*. Hal ini disebabkan komunitas jamur berhubungan dengan spesies tumbuhan yang berbeda, kerapatan tutupan vegetasi, faktor edafis, umur tanah, dan perkembangan ekosistem (Ma dkk, 2020).

## **B. Distribusi *Trichoderma* pada Ketinggian Berbeda**

Menurut ketinggiannya, semua lokasi pengumpulan dapat dibagi sebagai berikut: di bawah 1000 m, 1000–2000 m, 2000 hingga 3000 m, dan di atas 3000 m. Ada perbedaan yang signifikan dalam komunitas spesies *Trichoderma* dari tanah yang dikumpulkan pada ketinggian yang berbeda. Sebanyak 21 spesies *Trichoderma* diisolasi dari 1000 sampai 2000 m, dan jumlah strain tertinggi (212) pada ketinggian ini, terhitung 67,95% dari semua strain (Ma dkk, 2020).

Pada ketinggian 2000–3000 m terdapat 15 spesies *Trichoderma* dan 73 strain, sebaran *Trichoderma* padat, tapi kekayaan *Trichoderma* berkurang pada ketinggian di bawah 1000 m, hanya 66 sampel tanah yang terkumpul, tetapi sembilan spesies dan 19 strain *Trichoderma* diisolasi. Namun, pada ketinggian di atas 3000 m, terkumpul 42 sampel, kurang dari di bawah 1000 m, dan hanya dua spesies dan tiga strain yang diisolasi (Ma dkk, 2020).

Menurut frekuensi isolasi, empat kelompok ketinggian dapat diberi peringkat dari tinggi ke rendah sebagai berikut: 1000–2000 m, 2000–3000 m,

di bawah 1000 m, dan di atas 3000 m. Berdasarkan hasil ini, 1000–2000 m merupakan lingkungan hidup yang cocok untuk *Trichoderma*, tapi di atas 3000 mm mungkin tidak cocok untuk *Trichoderma* untuk bertahan hidup. Selain itu, komposisi dan distribusi *Trichoderma* pada ketinggian yang berbeda sangat berbeda. *Trichoderma harzianum* didistribusikan di semua ketinggian. Jumlah tertinggi *Trichoderma harzianum* berada pada ketinggian 1.000 dan 2000 m, terhitung 80,46% dari jumlah strain. Distribusi *Trichoderma paraviridescens* mirip dengan *Trichoderma harzianum*, dengan distribusi terbesar pada ketinggian 1000–2000 m dengan 40 strain terisolasi, terhitung 86.96% dari total jumlah strain. *Trichoderma asperellum*, *Trichoderma citrinoviride*, dan *Trichoderma rossicum* juga didistribusikan di tempat yang sama (Ma dkk, 2020).

## **BAB IV**

# **TEKNIS PENGELOLAAN DAN PENGEMBANGAN**

### ***Trichoderma sp.***

#### **A. Isolasi dan Pemurnian *Trichoderma sp.***

##### **1. Isolasi Jamur dari Tanah**

Kegiatan isolasi mikroorganisme yang potensial untuk dilakukan sebagai Agensi Hayati dilakukan secara berkala oleh Laboratorium Agensi Hayati UPT BPTPH. Biasanya kegiatan ini dilakukan saat melakukan kunjungan lapangan ke berbagai wilayah seperti Bone, Jeneponto, Takalar, dan kabupaten lainnya. Cara memperoleh sampel tanah dilakukan dengan melihat kondisi fisik suatu tanaman. Apabila pada populasi tanaman tersebut terserang suatu penyakit namun terdapat individu yang tidak terpapar maka dilakukan pengampilan sampel rhizosfer dan melakukan isolasi di laboratorium.

Metode yang digunakan dalam isolasi ialah *soil dilution plate*. 1 gram tanah dihomogenkan dalam 10 ml akuades steril dan dilakukan pengenceran serial hingga  $10^{-5}$ . Selanjutnya, dilakukan penuangan 1 ml hasil pengenceran ke cawan petri steril yang berisi PDA dan diratakan menggunakan batang penyebar. Kegiatan ini dilakukan secara aseptik di dalam enkas untuk menghindari kontaminasi dan dilakukan inkubasi selama 72 jam.



Gambar 4.1 a. Sampel tanah asal Kabupaten Bone b. Kegiatan persiapan sampel

## 2. Purifikasi



Gambar 4.2 Kegiatan isolasi jamur dari tanah

Purifikasi dilakukan pada koloni yang memungkinkan bagian dari kelompok *Trichoderma*. Dilakukan pemurnian dengan menumbuhkan ulang koloni dengan mengambil koloni dari isolat awal pada medium baru. Pengamatan dilakukan dengan memperhatikan bentuk dan warna koloni. Penanganan *Trichoderma* dilakukan oleh pegawai yang kompeten sehingga lebih mudah dalam pemilihan koloni. Pemurnian dilakukan hingga diperoleh koloni tunggal dan selanjutnya dilakukan identifikasi lebih lanjut. Kegiatan purifikasi juga dilakukan secara aseptik dan selanjutnya dilakukan inkubasi.



Gambar 4.3 Kegiatan purifikasi isolat *Trichoderma* sp.

## B. Identifikasi *Trichoderma* sp.

### 1. Secara Makroskopik

Pengamatan makroskopik dilakukan secara langsung dengan mengamati koloni tunggal yang telah ditumbuhkan di cawan petri pada medium PDA. *Trichoderma* sp. Spesies trichoderma memiliki ciri khusus pada warna dan bentuk persebaran koloni.

### 2. Secara Mikroskopik

Pengamatan mikroskopik dilakukan dengan menumbuhkan *Trichoderma* sp. Pada agar blok. Hal ini dilakukan agar morfologi dapat teramati secara utuh pada pengamatan mikroskopik. Pembuatan agar blok dilakukan dengan menuangkan PDA secara tipis agar hasil pengamatan dapat terlihat lebih jelas. Kemudian setelah memadat agar dipotong dengan memuat papan catur dan membuang bagian sehingga agar yang tersisa diperoleh secara berselang seling. Setelah diperoleh agar blok, dilakukan inkubasi agar media yang digunakan dapat dipastikan tidak terkontaminasi. Penimbunan *Trichoderma* sp. Pada agar blok dilakukan pada setiap sudut agar blok. Kegiatan ini



dilakukan agar koloni tidak bertumpuk dan pengamatan mikroskopik mendapatkan hasil yang optimal.

### **C. Pengujian *Trichoderma* sp.**

Secara teknis, pengujian tidak dilakukan secara langsung oleh mahasiswa Kerja Praktik selama pandemi karena keterbatasan waktu. Namun, tetap dipaparkan bahwa pengujian yang dilakukan di UPT BPTPH didasarkan pada SNI yang telah dipaparkan pada Bab 1. Untuk pemaparan lebih lanjut, berikut pengujian yang dilakukan meliputi :

#### **a. Uji kerapatan konidium**

Pengujian ini dilakukan dengan alat-alat seperti Mikroskop, Haemocytometer, colony counter, gelas penutup haemocytometer, timbangan analitik, magnetic stirrer, Erlenmeyer 100 ml, syringe atau spoit 1 ml, dan sendok sampling. Sedangkan bahan yang digunakan meliputi sampel APH, aquades, aluminium foil, dan alkohol 70%.

Pengerjaannya dilakukan dengan melakukan pengenceran terlebih dahulu lalu melakukan pengambilan sampel yang telah diencerkan (pengenceran  $10^{-6}$ ) sebanyak 2 ml. Selanjutnya dilakukan peletakan suspensi pengenceran ke dalam haemocytometer dan mengamati menggunakan mikroskop dengan perbesaran 100x hingga terlihat bidang hitung haemocytometer. Pengamatan dilakukan dengan cara menghitung spora yang terlihat dengan mengambil lima kotak besar. Spora yang terletak pada garis batas kotak hitung hanya dihitung pada sisi kiri dan atas kotak hitung. Selanjutnya dilakukan perhitungan dengan rumus berikut :

$$S = \frac{X \times 10^{-3}}{L \times T \times D}$$

Keterangan:

- S : Kerapatan konidium/ml  
 X : Jumlah konidium pada kotak haemocytometer  
 L : Luas kotak hitung 0,2 mm  
 T : Kedalaman bidang hitung 1 mm  
 D : Faktor pengenceran

Setelah itu langkah yang dilakukan ialah menghitung kepadatan koloni bakteri menggunakan colony counter. Suspensi pengenceran  $10^{-3}$  diinokulasikan ke media PDA dengan mengambil 2 ml suspensi bakteri kemudian dilakukan inkubasi selama 2 hingga 3 hari. Perhitungan dilakukan dengan rumus berikut:

$$KP = \frac{C}{FK} \times 2 \times 100$$

Keterangan:

- KP : Kepadatan propagul bakteri agens hayati dalam CFU/g  
 C : Jumlah koloni bakteri agens hayati per cawan  
 FK : Faktor pengencer

#### b. Uji viabilitas konidium

Pengujian ini dilakukan dengan memanfaatkan beberapa alat laboratorium seperti mikroskop, colony counter, object glass dan de glass, magnetic stirrer, scalpel, bunsen, spoit 1 ml, cawan petri 9 cm, dan bor gabus diameter 0,5 cm.

Adapun bahan yang digunakan meliputi sampel AH, aquades, kapas gulung, alkohol 70%, dan medium PDA. Pengerjaan dilakukan dengan

mengambil sampel *Trichoderma* sp. Sebanyak 1 gram dan mengencerkan ke dalam 100 ml aquades, lalu dilakukan pengambil 1 ml suspensi pengenceran. Pengencerkan kembali ke 100 ml aquades.

Pembuatan wadah kultur dilakukan dengan meletakkan kapas bundar ke dalam cawan petri dan dilakukan pemberian aquades untuk melembabkan media. Kemudian di atas kapas diletakkan kertas saring bundar sebagai tempat meletakkan preparat. Untuk medium PDA dilakukan pembuatan media dengan memotong menggunakan bor gabus dengan diameter 0,5 cm, bagian ini diletakkan di atas gelas objek. Dibuat 3 potongan sebagai ulangan. Suspensi konidium diteteskan sebanyak 1 tetes (kepadatan  $10^{-6}$ ) dengan menggunakan syringe atau pipet volume 1 ml. Potongan medium PDA ditutup dengan menggunakan gelas penutup. Dilakukan inkubasi selama 8 jam, 16 jam, atau 24 jam kemudian dilakukan perhitungan persentase keberhasilan.

c. Uji patogenesis pada tanaman tembakau

Pengamatan dilakukan dengan mengamati bercak nekrotik pada daun tembakau setelah disuntikkan suspensi *Trichoderma* sp. pada tulang daun tembakau. Apabila tidak terdapat bercak nekrotik selama pengamatan (pengamatan dilakukan setiap hari selama 5 hari) maka hasilnya negatif atau tidak patogenik terhadap tembakau.

d. Uji mikoparasitisme

Pengujian mikoparasitisme dilakukan dengan menggunakan beberapa peralatan seperti cawan petri dengan diameter 9 cm, erlenmeyer 100 ml serta bor gabus dengan panjang diameter 0,5 cm. Adapun bahan yang digunakan meliputi sampel APH dan sampel patogen berupa *Fusarium* sp.

Pengerjaan dilakukan dengan membuat wadah pertumbuhan sampel kemudian meletakkan gelas preparat ke dalam cawan petri dan meletakkan agar ke atas gelas preparat. Koloni *Trichoderma* sp. dan *Fusarium* sp. yang

telah dibor diletakkan di atas gelas preparat dan dilakukan pengamatan hasil pertumbuhan inkubasi selama 2 hari.

e. Uji penghambatan

Pengerjaan uji penghambatan dilakukan dengan memanfaatkan berbagai peralatan seperti cawan petri diameter 9 cm, erlenmeyer 100 ml, bor gabus diameter 0,5 cm. Adapun bahan yang digunakan meliputi sampel APH dan sampel patogen berupa isolat *Fusarium* sp. Kegiatan awal dilakukan penyiapan medium PDA dalam cawan petri. Dilakukan pengambilan isolat *Trichoderma* sp. yang berumur 7 hari – 9 hari menggunakan bor gabus berdiameter 0,5 cm dari bagian tepi koloni. Bagian ini kemudian diletakkan pada medium PDA dengan jarak 2 cm dari tepi cawan petri kemudian beri tanda T.

Untuk isolate *Fusarium* sp. juga dilakukan hal yang sama namun diletakkan pada sisi yang berseberangan dengan *Trichoderma* sp. kemudian diberi tanda P. Untuk melihat perbedaannya dan pengaruh dari *Trichoderma* sp. dibuat perlakuan kontrol dengan meletakkan potongan PDA tanpa isolat *Trichoderma* sp. pada cawan kontrol. Pengamatan dilakukan dengan mengamati pertumbuhan koloni untuk masing-masing jamur hingga terjadi kontak antara *Trichoderma* sp. dengan *Fusarium* sp. Kemudian dilakukan pengukuran jari-jari koloni jamur patogen *Fusarium* sp. pada cawan petri perlakuan dan kontrol. Perlakuan uji penghambatan dilakukan paling kurang sebanyak tiga ulangan. Setelah data diperoleh dilakukan perhitungan persentase penghambatan dengan persamaan berikut:

$$Z = \frac{r1 - r2}{r1} \times 100\%$$

Keterangan:

Z : Persentase penghambatan

r1 : Jari-jari *Fusarium* sp. (kontrol)

r2 : Jari-jari *Fusarium* sp. dengan *Trichoderma* sp.

#### **D. Teknik Perbanyakan *Trichoderma* sp.**

Setelah memenuhi standar pengujian, isolat yang diperoleh dapat diaplikasikan ke lahan pertanian. Namun, perlu dilakukan perbanyakan sehingga petani dapat menggunakan untuk keperluan lahan. Media yang digunakan di UPT BPTPH adalah beras. Beras menyediakan sumber karbon yang baik bagi pertumbuhan *Trichoderma* sp. Sehingga dapat tumbuh secara optimal sebelum diaplikasikan.

Pengerjaan dilakukan secara sederhana agar tidak menyulitkan pihak yang ingin melakukan perbanyakan secara mandiri. Sterilisasi misalnya dilakukan secara sederhana dengan memanfaatkan dandang (pada kegiatan laboratorium biasanya menggunakan alat sterilisasi seperti *autoclave*).

Isolat murni yang telah diperoleh terlebih dahulu diperbanyak pada media agar miring, selanjutnya dilakukan perbanyakan pada media beras. Adapun tahapan yang harus dilakukan ialah pencucian beras sebagai media dan pembersihan dari berbagai pengotor. Pencucian dilakukan dengan air bersih dan dilakukan beberapa kali disesuaikan dengan keadaan beras. Setelah pencucian jika masih banyak kandungan air, dilakukan penirisan sehingga keadaan beras cukup kering dan tidak lagi meneteskan air cucian. Beras dikukus pada dandang dengan air yang lebih dahulu dididihkan, dikukus selama kurang lebih 10 menit dan selanjutnya beras dimasukkan ke dalam plastik tahan panas dengan massa beras yang dimasukkan kurang lebih 100 gram atau disesuaikan dengan kebutuhan. Pengemasan pada plastik dilakukan dengan mengisi ruang plastik dan sisa plastik yang tidak terisi dilipat sehingga tidak terdapat celah antar beras. Dilakukan pengukusan

kembali dengan cara yang sama selama 10 menit. Media beras siap digunakan.

Setelah media beras dikukus akan didapatkan beras yang memadat, dilakukan pemisahan untuk bulir beras agar isolat dapat tumbuh secara optimal dan memanfaatkan beras sebagai media pertumbuhan. Pemindahan isolat dilakukan secara aseptik pada ruangan khusus yang dibersihkan dan dioptimalkan kebersihannya.

Isolat diambil di dekat nyala api dengan spatula yang telah dipijarkan terlebih dahulu kemudian dilakukan pemindahan isolat ke media beras dengan mengambil serta medium asal (yaitu agar miring). Selanjutnya plastik dilipat namun tetap memberikan ruang udara. Dilakukan inkubasi 7-10 hari hingga *Trichoderma* sp. siap diaplikasikan ke lahan pertanian.







Gambar 4. Kegiatan perbanyakan dan pengembangan *Trichoderma* sp.



## **BAB V**

### **PEMANFAATAN *Trichoderma* sp.**

#### **A. *Trichoderma* sp. Sebagai Agensi Hayati**

Pengendalian terhadap patogen tanaman saat ini masih bertumpu pada penggunaan pestisida sintetis. Namun penggunaan pestisida sintetis secara terus-menerus dapat menimbulkan berbagai macam dampak negatif. Penggunaan pestisida sintetis dapat membahayakan keselamatan hayati termasuk manusia dan keseimbangan ekosistem. Oleh sebab itu, saat ini metode pengendalian telah diarahkan pada pengendalian secara hayati. *Trichoderma* diketahui memiliki kemampuan antagonis terhadap cendawan patogen. *Trichoderma* mudah ditemukan pada ekosistem tanah dan akar tanaman. Cendawan ini adalah mikroorganisme yang menguntungkan, avirulen terhadap tanaman inang, dan dapat memparasit cendawan lainnya.

*Trichoderma* disamping sebagai organisme pengurai, dapat pula berfungsi sebagai agensi hayati. Cendawan *Trichoderma* sp. merupakan mikroorganisme tanah bersifat saprofit yang secara alami menyerang cendawan patogen dan bersifat menguntungkan bagi tanaman. Cendawan *Trichoderma* sp. merupakan salah satu jenis cendawan yang banyak dijumpai hampir pada semua jenis tanah dan pada berbagai habitat yang merupakan salah satu jenis cendawan yang dapat dimanfaatkan sebagai agensi hayati pengendali patogen tanah. *Trichoderma* sp. dalam peranannya sebagai agensi hayati bekerja berdasarkan mekanisme antagonis yang dimilikinya. Agensi hayati *Trichoderma* sp. juga mampu mendekomposisi lignin, selulosa, dan kitin dari bahan organik menjadi unsur hara yang siap diserap tanaman. Kemampuan masing-masing spesies *Trichoderma* sp. dalam mengendalikan

cendawan patogen berbeda-beda, hal ini dikarenakan morfologi dan fisiologinya berbeda-beda. Beberapa spesies *Trichoderma* sp. telah dilaporkan sebagai agensi hayati adalah *T. harzianum*, *T. viridae*, dan *T. koningii* yang tersebar luas pada berbagai tanaman budidaya. Dominasi *Trichoderma* sp. dari dalam tanah akan membuat lingkungan dan ekologi sekitar tanah menjadi lebih tahan terhadap perkembangbiakan patogen (Prasetyo, 2018).

Pengembangan tanaman sayuran bukan hanya dapat dilakukan di lahan pertanian yang biasa digunakan untuk budidaya tanaman sayuran saja, tetapi juga bisa dilakukan di lahan kering yang pada umumnya tidak cocok dengan beberapa varietas tanaman, namun dapat dibudidayakan tanaman sawi. Pengembangan tanaman sawi pada lahan agroforestri dan perkebunan sangat memberikan prospek yang baik karena akan mengoptimalkan produktivitas lahan dan meningkatkan pendapatan petani. Dalam pengolahan lahan kering perlu adanya perhatian khusus mengenai perbaikan kondisi kesuburan tanah. Perbaikan kondisi kesuburan tanah yang paling praktis adalah dengan penambahan pupuk ke tanah. Namun beberapa kasus dalam pertanian menjelaskan banyaknya petani yang memilih menggunakan pupuk anorganik sehingga menyebabkan bertambah rusaknya kesuburan fisik tanah. Penggunaan pupuk anorganik oleh petani dinilai lebih cepat memberikan hasil dibanding pupuk organik. Hal tersebut dikarenakan pupuk organik lebih lambat untuk terurai menjadi ion mineral, lebih lagi jika aplikasinya hanya berupa penambahan bahan organik mentah. Untuk itu dalam penggunaan pupuk organik, kandungan mikroorganisme dalam tanah perlu diperkaya untuk mempercepat dekomposisi, sehingga kesuburan tanah tetap terjaga (Wachid, 2019).

Salah satu mikroorganisme fungsional yang dikenal dengan pupuk biologis tanah adalah *Trichoderma* sp. Dalam beberapa penelitian, fungsi

*Trichoderma* sp. menunjukkan hasil yang signifikan membantu pertumbuhan mengingat kemampuannya mendegradasi bahan organik dan menghasilkan nutrisi bagi tanaman serta senyawa ekstraselular yang dihasilkannya dapat diserap oleh tanaman dan berperan sebagai senyawa pengatur pertumbuhan. Sementara itu beberapa isolat *Trichoderma* sp. juga mampu menghambat patogen berbahaya tanaman sayuran strategis.

Salah satu isolat *Trichoderma* sp. yang diisolasi dan diseleksi ternyata mampu meningkatkan pertumbuhan sawi dan tomat. Dalam pengembangan tanaman sayuran dan komoditas lainnya di lahan kering, pemanfaatan sumberdaya lokal menjadi prioritas dalam rangka meminimalisir biaya produksi tanaman. Sumberdaya lokal yang melimpah di area pertanian di antaranya tersedianya bahan alami yang merupakan limbah ternak. Limbah kotoran ternak diolah menjadi pupuk kandang. Dalam hal ini pemanfaatan *Trichoderma* sp. dapat memberikan nutrisi tambahan, senyawa pengatur tumbuh bagi tanaman (hormonal), serta meningkatkan kesuburan tanah secara biologi (Wachid, 2019).

Selama ini peningkatan produksi pertanian dengan penggunaan pupuk anorganik dinilai cukup berhasil, akan tetapi dilihat dari segi harga dan dampaknya terhadap lingkungan penggunaan pupuk anorganik secara terus menerus dapat merugikan kelangsungan suatu usaha tani. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut yaitu dengan penggunaan pupuk organik. Salah satu pupuk organik yang dapat meningkatkan produktivitas dan pertumbuhan tanaman adalah kompos. Proses pembuatan kompos secara alami umumnya memerlukan waktu yang relatif lama, yaitu 3-4 bulan karena sedikitnya mikroorganisme pengurai yang tersedia. Proses pengomposan dapat dipersingkat dengan pemberian mikroorganisme jamur pengurai seperti jamur *Trichoderma* sp. Pemanfaatan *Trichoderma* sp. untuk pembuatan kompos hanya membutuhkan waktu satu

bulan. *Trichoderma* sp. dapat mengurai bahan organik seperti karbohidrat, terutama selulosa dengan bantuan enzim selulase. Tricho-kompos adalah pupuk yang berasal dari bahan organik yang mengandung cendawan antagonis *Trichoderma* sp. Tricho-kompos sebagai pupuk mampu menyediakan unsur hara di dalam tanah bagi tanaman. Pemberian dengan dosis 20 ton/ha memberikan tinggi tanaman, jumlah buah pertanaman dan berat buah pertanaman cabai merah tertinggi serta mempercepat waktu berbunga dan waktu panen tanaman cabai keriting (Umbola, 2020).

Cendawan antagonis *Trichoderma* sp. mempunyai kemampuan sebagai parasit dan bersifat antibiosis karena menghasilkan enzim yang secara aktif mampu mendegradasi sel-sel patogen, sehingga menyebabkan lisisnya sel-sel cendawan patogen dan mengeluarkan trikotoksin yang mematikan cendawan patogen. Salah satu kendala dalam pemanfaatan *Trichoderma* sebagai agens pengendali hayati yaitu rendahnya kemampuan adaptasi dan perkembangan populasi *Trichoderma* setelah diintroduksi ke dalam tanah. Agens hayati sebelum diintroduksi ke dalam tanah sebaiknya diperbanyak secara massal pada bahan organik yang sesuai untuk pertumbuhan dan perkembangan agar dapat beradaptasi pada lingkungan yang baru setelah diintroduksi ke dalam tanah. Kemampuan beradaptasi dan perkembangan *Trichoderma* pada ekosistem pertanaman sangat menentukan dalam keberhasilan tanaman yang berkelanjutan.

Pupuk kimia sintesis mengandung bahan kimia yang dapat menurunkan mikroba dalam tanah dan merusak struktur tanah. Alternatif mengatasi permasalahan tersebut adalah menggunakan pupuk organik. Penggunaan pupuk organik salah satunya menggunakan kompos. Masalah yang sering ditemui ketika menerapkan pertanian organik adalah adanya patogen dalam tanah. Perlu adanya penambahan mikroba tanah untuk mengurangi patogen dalam tanah. Penambahan mikroba tanah juga dapat mempercepat proses

pendegradasian pupuk kompos. Mikroba yang digunakan adalah *T. asperellum* isolat. Kompos merupakan hasil penguraian dari campuran bahan-bahan organik yang dapat dipercepat oleh populasi berbagai macam mikroorganisme dalam kondisi lingkungan yang hangat, lembab, dan aerobik atau anaerobik. Manfaat kompos ibarat multivitamin bagi tanah dan tanaman. Pupuk organik sifat fisik, kimia dan biologi tanah menjadi lebih baik.

Saat ini selulase banyak digunakan dalam berbagai industri. Pada industri peternakan, selulase ditambahkan dalam pakan untuk menaikkan tingkat kecemasan pakan serta meningkatkan nilai gizi pakan. Pada industri pertanian, selulase digunakan sebagai biokontrol dalam melawan jamur perusak tanaman. Pada industri kertas, selulase digunakan sebagai bahan pemucat alami (biobleaching) dalam proses pemutihan kertas. Di industri tekstil, selulase dapat digunakan sebagai bahan penurun bobot kain katun. Pemanfaatan selulase tersebut dihambat oleh tingginya harga selulase komersial yang ada di pasaran saat ini. Sehingga industri atau perusahaan lebih memilih menggunakan bahan-bahan kimia lain yang memiliki fungsi sarna. Namun, penggunaan bahan-bahan kimia tersebut menimbulkan dampak pencemaran lingkungan yang besar dan memprihatinkan (Desrihastuti, 2016).

Salah satu mikroorganisme penghasil selulase yang baik adalah *Trichoderma* sp. Jamur *Trichoderma* sp. telah dikenal luas oleh masyarakat Indonesia pengendali penyakit tanaman karena aktivitasnya sebagai mikroorganisme antagonis yang merugikan mikroorganisme lainnya, terutama mikroorganisme yang bersifat parasit terhadap tumbuhan. Telah banyak industri pertanian yang memproduksi *Trichoderma* sebagai biofungisida. Selain sebagai biofungisida, *Trichoderma* juga dikenal sebagai mikroorganisme penghasil selulase yang baik. Beberapa spesies

*Trichoderma* seperti *T. reesei*, *T. citrinoviride*, *T. viride*, *T. harzianum*, dan *T. atroviride*.

Proses produksi gula dapat dilakukan secara kimia maupun enzimatik dengan cara fermentasi menggunakan *Trichoderma*, *Aspergillus*, dan *Penicillium*. Salah satu mikroba yang dapat menghasilkan enzim selulase yaitu *Trichoderma* sp. yang umum digunakan dalam pembuatan kompos. *Trichoderma* sp. berperan menguraikan lignoselulosa menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana yang dibutuhkan tumbuhan sebagai nutrisi dalam pertumbuhannya. *Trichoderma viride* dapat menghasilkan tiga macam enzim selulase yaitu endo- $\beta$ -1,4- glukonase, ekso- $\beta$ -1,4-glukonase dan  $\beta$ glukosidase atau selobiose. Enzim selulase yang dihasilkan oleh mikrobia tersebut akan mendegradasi selulosa menjadi gula. Waktu fermentasi berpengaruh pada kadar glukosa yang dihasilkan. Proses fermentasi jerami padi menggunakan mikroorganisme *Aspergillus niger* : *Trichoderma reesei* rasio 1:2, kadar gula tertinggi diperoleh pada waktu fermentasi 64 jam dengan kadar 16,884%. Penelitian tentang produksi glukosa menggunakan *Trichoderma* juga telah dilakukan oleh Sukadarti, dkk. (2010) menyatakan bahwa konsentrasi gula reduksi tertinggi diperoleh pada konsentrasi sabut 5 g/ml dan konsentrasi inokulum *Trichoderma reesei* 5 g/ml, yaitu sebesar 0,7999 mg/L, pada pH 5 dengan waktu fermentasi 72 jam. Pemanfaatan *Trichoderma* sp. telah diterapkan pada produksi biokompos dalam sediaan granul (*Trichoderma* sp.) berbahan dasar serasah daun kakao dan kotoran ayam oleh Bahara (2015), bahwa hasil optimal terdapat pada perlakuan dengan substrat dasar 10 kg + dekomposer 25 tablet dan waktu terbaik selama 40 hari. Penelitian serupa juga telah dilakukan oleh Umrah, dkk. (2011), tentang pembuatan biokompos dari limbah organik ampas sagu menggunakan *Trichoderma* sp. dalam bentuk sediaan tablet sebagai dekomposer substrat yang dengan waktu fermentasi selama 20 hari.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan bahwa enzim selulase yang dihasilkan oleh kapang *Trichoderma* dapat dimanfaatkan sebagai katalis dalam proses hidrolisis enzimatis jerami untuk produksi glukosa. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan kadar glukosa tertinggi, dengan variasi waktu dan konsentrasi *Trichoderma* sp. pada fermentasi jerami padi, serta interaksi antara waktu inkubasi dan konsentrasi jamur pada kadar glukosa yang dihasilkan (Rismawati, 2016).

Menurut Husnani (2019) kelebihan lain dengan penggunaan *Trichoderma* sp. sebagai pengendalian penyakit adalah cendawan ini mampu berkembang biak sendiri di alam, sehingga walaupun hanya satu kali diinfestasikan ke tanah disekitar perakaran keberadaan bisa berlangsung lama asalkan kondisi lingkungan sesuai dengan perkembangannya sehingga biaya yang dikeluarkan lebih sedikit berbeda jika dengan menggunakan fungisida jika tidak diaplikasikan lagi maka sudah tidak berfungsi lagi sehingga harus diaplikasikan berkali-kali dan menyebabkan biaya yang dikeluarkan lebih besar dan dampak negatif lain dengan penggunaan fungisida adalah dapat menyebabkan pencemaran lingkungan karena mengandung residu yang proses penguraianya di alam membutuhkan waktu yang lama.

Agensi hayati yang dapat digunakan bukan saja dari jenis *Trichoderma* sp. tetapi ada jenis lain yang dapat digunakan. Jenis-jenis Agensi hayati adalah sebagai berikut :

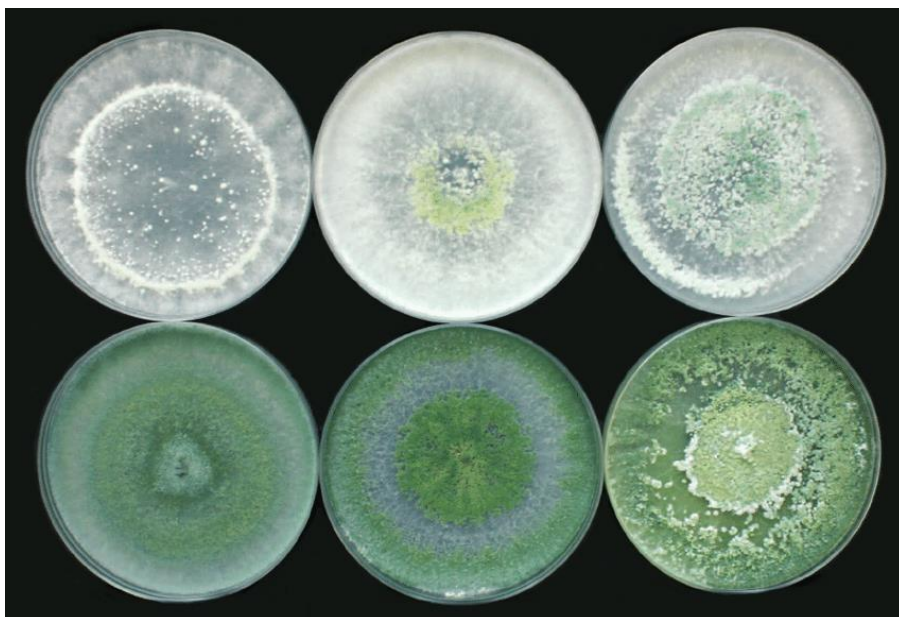
1. *Trichoderma* sp.

Penggunaan agens hayati untuk pengendalian penyakit tumbuhan adalah upaya untuk mengurangi kemampuan bertahan suatu patogen, menghambat pertumbuhan dan penyebaran, mengurangi infeksi dan beratnya serangan patogen pada tanaman inang. Selain itu, diharapkan dapat menggantikan peran pestisida kimia dan mengurangi biaya penanggulangan. *Trichoderma* sp. banyak dijumpai hampir pada semua jenis tanah dan merupakan salah

satu jenis jamur yang dapat dimanfaatkan sebagai agens hayati pengendali patogen tanah (Uruilal dkk, 2018).

Selain kemampuan sebagai agens hayati, *Trichoderma* sp. juga banyak dimanfaatkan sebagai stimulator pertumbuhan tanaman. *Trichoderma* sp. sebagai stimulator pada pengomposan bahan organik mampu memberikan efektivitas yang baik dalam meningkatkan produksi jagung. *Trichoderma* sp. Juga dapat berperan sebagai cendawan pengurai, pupuk hayati dan sebagai biokondisioner pada benih. *Trichoderma* sp. mampu memarasit cendawan patogen tanaman dan bersifat antagonis, karena memiliki kemampuan untuk mematikan atau menghambat pertumbuhan cendawan lain. Mekanisme yang terjadi dalam tanah oleh aktivitas *Trichoderma* sp. yaitu kompetitor ruang maupun nutrisi, antibiosis yaitu mengeluarkan etanol yang bersifat racun bagi patogen dan sebagai mikoparasit serta mampu menekan aktivitas cendawan patogen (Gusnawaty dkk, 2017).





Gambar 5.1. The variation of colours and morphology of the fungal colonies of *Trichoderma* spp. are shown on Potato Dextrose Agar (PDA) medium. Upper row, then lower row (from left) are: *T. cremeum* (strain AN 392), *T. longipile* (AN 414), *T. viride* (AN 253), *T. harzianum* (AN 261), *T. atroviride* (AN 287), and *T. citrinoviride* (AN 262) (Jedryczka, 2014).

*Trichoderma* merupakan genus cendawan yang mampu dijadikan sebagai agens pengendali patogen secara hayati. Mekanisme antagonis yang dilakukan *Trichoderma* sp. dalam menghambat pertumbuhan patogen antara lain kompetisi, parasitisme, antibiosis, dan lisis. Mekanisme antagonisme *Trichoderma* sp. terhadap cendawan patogen dilakukan dengan mengeluarkan toksin berupa enzim  $\beta$ -1,3 glukukanase, kitinase, dan selulase yang dapat menghambat pertumbuhan bahkan dapat membunuh patogen. Sifat antagonis *Trichoderma* sp. dapat dimanfaatkan sebagai alternatif dalam pengendalian patogen yang bersifat ramah lingkungan (Dwiatuti dkk, 2016).

Cendawan entomopatogen merupakan salah satu agens pengendali hayati yang potensial untuk mengendalikan hama tanaman. Pemanfaatan cendawan

entomopatogen untuk mengendalikan hama merupakan salah satu komponen Pengendalian Hama Terpadu (PHT). Kelebihan pemanfaatan cendawan entomopatogen dalam pengendalian hama yaitu mempunyai kapasitas reproduksi yang tinggi, siklus hidupnya pendek, dapat membentuk spora yang tahan lama di alam walaupun dalam kondisi yang tidak menguntungkan, relatif aman, selektif, relatif mudah diproduksi, dan sangat kecil kemungkinan menyebabkan resistensi hama (Rosmiati dkk, 2018).

Cendawan entomopatogen merupakan salah satu jenis bioinsektisida yang mampu menginfeksi serangga dengan cara masuk ke tubuh serangga inang melalui kulit, saluran pencernaan, spirakel dan lubang lainnya. Inokulum cendawan yang menempel pada tubuh serangga inang akan berkecambah dan berkembang membentuk tabung kecambah, kemudian masuk menembus kulit tubuh. Penembusan dilakukan secaramekanis dan atau kimiawi dengan mengeluarkan enzim atau toksin. Cendawan akan berkembang dalam tubuh inang dan menyerang seluruh jaringan tubuh, sehingga serangga mati. Miselia cendawan menembus ke luar tubuh inang, tumbuh menutupi tubuh inang dan memproduksi konidia. Beberapa jenis cendawan entomopatogen yang sudah diketahui efektif mengendalikan hama penting tanaman adalah *Beauveria* sp., *Metarhizium anisopliae*, *Nomuraea rileyi*, *Paecilomyces fumosoroseus*, *Aspergillus parasiticus*, dan *Verticillium lecanii*. Salah satu cendawan entomopatogen yang sangat potensial dalam pengendalian beberapa spesies serangga hama adalah *Beauveria* sp. Cendawan ini dilaporkan sebagai agens hayati yang sangat efektif menginfeksi beberapa jenis serangga hama, terutama dari ordo Lepidoptera, Hemiptera, Homoptera, dan Coleoptera. Sebagai patogen serangga, *Beauveria* sp. dapat diisolasi secara alami dari pertanaman maupun dari tanah. Epizootiknya di alam sangat dipengaruhi oleh kondisi iklim, terutama membutuhkan lingkungan yang lembab dan hangat. Di beberapa negara,

cendawan ini telah digunakan sebagai agens hayati pengendalian sejumlah serangga hama mulai dari tanaman pangan, hias, buah-buahan, sayuran, kacang-kacangan, hortikultura, perkebunan, kehutanan hingga tanaman gurun pasir (Herdatiarni dkk, 2014).

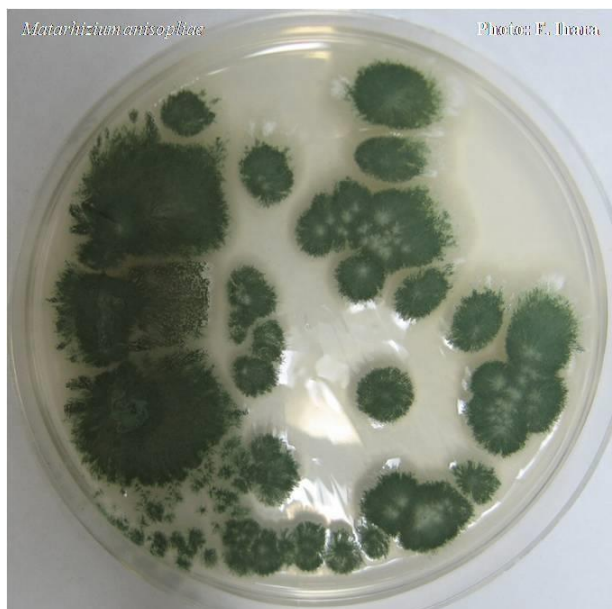


Gambar 5.2. *Beauveria* (Herlinda dkk, 2012)

## 2. *Metarhizium*

Pengurangan penggunaan pestisida di areal pertanian menuntut tersedianya cara pengendalian lain yang aman dan ramah lingkungan, diantaranya dengan memanfaatkan musuh alami, seperti cendawan entomopatogen, serangga predator, dan parasitoid. Salah satu cendawan entomopatogen yang potensial untuk mengendalikan hama *S. litura* adalah *Metarhizium* sp. *Metarhizium* sp. dilaporkan dapat menginfeksi beberapa serangga hama seperti *S. litura* Fabricus, *Spodoptera exigua* Hubner, dan *Coptotermes gestroi* Wasmann. Hasil penelitian Wulandari dkk (2009), menunjukkan bahwa isolat *Metarhizium* sp. dapat mematikan larva *S. litura* berkisar antara 15 – 42,5%. Salah satu keuntungan penggunaan cendawan

*Metarhizium* sp. untuk pengendalian hayati adalah dapat digunakan untuk mengendalikan berbagai tingkat perkembangan serangga mulai dari telur, larva, pupa dan imago. *Metarhizium* sp. dapat menginfeksi telur *Riptortus linearis* (Linn.) (Hemiptera:Alydidae) sehingga jumlah nimfa yang terbentuk rendah. Aplikasi *M. anisopliae* pada konsentrasi  $5 \times 10^6$  konidia/ml terhadap telur *Blissus antillus* (Hemiptera: Lygalidae) menyebabkan mortalitas hingga 100%. Informasi tentang kemampuan *Metarhizium* sp. dalam menginfeksi telur *S. litura* belum pernah dilaporkan (Trizelia dkk, 2015).



**Gambar 5.3.** *Metarhizium anisopliae* (Entomopathogenic Fungi Database, 2007)

## **B. Aplikasi *Trichoderma* sp.**

### **1. Perlakuan pada pembibitan:**

Basahi benih kemudian campurkan dengan *Trichoderma* aduk hingga merata, perbandingan 5-10 gr *Trichoderma* / 100 gr benih atau biji, diamkan selama 30 menit kemudian benih siap disemai

### **2. Perlakuan pada tanaman hortikultura/palawija:**

Pada tanaman hortikultura/palawija diaplikasikan dengan menggunakan dosis 5-10 gram Trichoderma/tanaman dengan cara ditabur pada daerah perakaran lalu disiram secukupnya atau dapat pula dikocorkan ke sekitar perakaran dengan cara melarutkan Trichoderma kedalam 1 liter air bersih dan dapat juga ditambahkan 2 sendok makan gula merah lalu diamkan selama 1 malam dalam kondisi tertutup. Larutan Trichoderma siap diaplikasikan ke tanaman

### 3. Perlakuan pada tanaman tahunan (perkebunan)

Pada tanaman tahunan/tanaman perkebunan dapat diaplikasikan dengan menggunakan dosis 20 gram Trichoderma/tanaman dengan cara ditabur pada daerah perakaran lalu disiram secukupnya atau dapat pula dikocorkan ke sekitar perakaran dengan cara melarutkan Trichoderma kedalam 1 liter air bersih dan dapat juga ditambahkan 2 sendok makan gula merah lalu diamkan selama 1 malam dalam kondisi tertutup. Larutan Trichoderma siap diaplikasikan ke tanaman.

## **C. Aplikasi Trichokompos pada lahan Pertanian**

Kebutuhan terhadap bahan organik dan unsur hara dapat dicukupi dengan pemupukan. Pemupukan adalah kegiatan menambahkan pupuk ke dalam tanah ataupun bagian tanaman dengan tujuan menambah unsur hara yang tersedia bagi tanaman. Berdasarkan bahan pembuatnya, pupuk dapat dibedakan menjadi dua yaitu pupuk organik dan pupuk anorganik. Pupuk yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan hara dan bahan organik tanah adalah pupuk organik. Pupuk organik adalah pupuk yang sebagian atau seluruh bahannya berasal dari tumbuhan dan atau hewan yang telah mengalami proses rekayasa dan mengandung unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman. Pupuk organik memiliki kelebihan yang tidak dimiliki pupuk anorganik, yaitu dapat memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologis tanah dan

menjaga tanah agar tidak terdegradasi. Pupuk organik yang beredar saat ini memiliki banyak jenis. Salah satu jenis pupuk organik adalah pupuk trichokompos. Pupuk trichokompos adalah pupuk yang terbuat dari bahan-bahan organik baik hewan maupun tumbuhan yangtelah terdekomposisi sempurna oleh mikroorganisme dekomposer dalam hal ini adalah *Trichoderma* sp. Pupuk trichokompos mengandung unsur hara yang dibutuhkan oleh tanamanbaik unsur hara makro maupun mikro. Selain itu pupuk trichokompos juga mengandung jamur *Trichoderma* sp. yang berperan antagonis bagi penyakit tular tanah, misalnya layu *Fusarium* dan lain-lain (Rinata, 2016).

Trichokompos adalah pupuk yang berasal dari bahan-bahan organik baik hewan maupun tumbuhanyang didekomposisi oleh *Trichoderma* sp. Pupuk iniadalah salah satu pupuk yang sedang populer saat ini. *Trichoderma* sp. merupakan salah satu jenis jamur yang menguntungkan manusia. Salah satu manfaatnya adalah sebagai starter dalam pembuatan pupuk kompos. Jamur ini dapat mempercepat dekomposisi bahan organik karena *Trichoderma* sp. dapat mengurai bahan organik seperti karbohidrat, terutama selulosa dengan bantuan enzim selulose. Enzim selulose merupakan enzim yang berperan dalam proses dekomposisi bahan organik, karena enzim selulose merupakan multi enzim yang terdiri dari selobiohidrolase, endoglukinase  $\beta$ -glukosidase. Menurut Indriani (2003), trichokompos yang diberikan ke dalam tanah dapat memberikan keuntungan antara lain memperbaiki struktur tanah, meningkatkan daya ikat air dan hara pada tanah, membantu proses pelapukan bahan mineral, menyediakan bahan makanan bagi mikroba dan menurunkan aktifitas mikroorganisme yang merugikan.Hal ini karena pupuk trichokompos mengandung berbagai macam unsur hara,misalnya0,50% N; 0,28% P; 0,42% K; 1,035 ppm Ca; 958 ppm Fe; 147 ppm Mn; 4 ppm Cu; dan 25 ppm Zn (BPTP Jambi, 2009).

Pengembangan budidaya tanaman ke lahan gambut memiliki permasalahan diantaranya miskin unsur hara makro dan mikro, pH masam dan kapasitas tukar kation (KTK) tinggi serta kejenuhan basa (KB) rendah. Sehingga diperlukan pengelolaan tanah yang baik dan benar, berupa penggunaan pupuk organik abu sekam padi dan trichokompos jerami padi sebagai bahan pembenah tanah. Penggunaan kombinasi bahan pembenah tanah dan pupuk organik sebagai sumber hara dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman. Abu sekam padi merupakan bahan pembenah tanah yang dapat meningkatkan pH dan ketersediaan unsur hara pada tanah. Abu sekam padi mengandung silikat cukup tinggi  $87 \pm 97\%$  serta mengandung hara N 1% dan K 2%. Pemberian abu sekam padi dan trichokompos jerami padi berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, laju pertumbuhan tanaman, diameter batang, berat kering tanaman dan panjang tongkol tanpa kelobot. Pemberian faktor abu sekam padi dan faktor trichokompos jerami padi berpengaruh nyata terhadap semua parameter tanaman jagung manis (Seipin dkk., 2016).

Kompos Leguminosa adalah peruraian bahan organik dari tanaman leguminosa oleh jasad renik (mikroba) yang dalam penelitian ini menggunakan bio-aktivator *Trichoderma* sp. Pemberian kompos leguminosa ini tidak hanya memperkaya unsur hara bagi tanaman, namun juga berperan dalam memperbaiki struktur tanah, tata udara dan air dalam tanah, mengikat unsur hara dan memberikan makanan bagi jasad renik yang ada dalam tanah, sehingga meningkatkan peran mikroba dalam menjaga kesuburan tanah. Pembuatan kompos leguminosa ini juga relatif mudah. Keunggulan lainnya adalah mudah terurai di dalam tanah, akan tetapi proses penguraian akan semakin cepat dengan dikomposkan terlebih dahulu, sehingga mempercepat penyediaan unsur hara bagi tanaman. Oleh sebab itu penggunaan Tricho-

kompos leguminosa dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman cabai (Kartini, 2007).

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh aplikasi beberapa dosis Tricho-kompos leguminosa dan mendapatkan dosis Tricho-kompos leguminosa yang terbaik dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman cabai. Umur berbunga dan umur panen tanaman cabai dengan pemberian Tricho-kompos leguminosa dosis 40-50 ton/ha, berbeda nyata dengan perlakuan tanpa pemberian Tricho-kompos leguminosa dan pemberian Tricho-kompos leguminosa dosis 20 ton/ha, dimana semakin tinggi dosis Tricho-kompos leguminosa yang diberikan semakin cepat umur berbunga dan umur panen tanaman cabai. Hal ini diduga karena ketersediaan unsur hara seperti P (Fosfor) dengan pemberian Tricho-kompos leguminosa dosis 30-50 ton/ha dapat terpenuhi dengan baik jika dibandingkan dengan perlakuan tanpa pemberian Tricho-kompos leguminosa. Berdasarkan hasil analisis laboratorium diketahui bahwa kandungan unsur N, P dan K terutama untuk unsur P yaitu 3,04%. Unsur hara P mempunyai peranan penting dalam memacu dan mempercepat pembungaan dan pemasakan buah. Fosfor merupakan bagian yang esensial dalam reaksi-reaksi pada proses fotosintesis. Pada masa generatif, ketersediaan dan translokasi fotosintesis yang tinggi segera diperbaiki untuk mendapatkan bunga dan buah yang lebih banyak. Sehingga proses pembungaan yang cepat, proses panen juga berlangsung lebih cepat. Proses fotosintesis pada tanaman yang diberikan Tricho-kompos leguminosa lebih cepat berlangsung untuk menunjang pertumbuhan generatif sehinggamunculnya pembungaan dan pembuahan lebih cepat. Hal ini sesuai dengan pendapat Setiadi (2008) yang menyatakan bahwa peranan unsur P adalah memacu pertumbuhan akar, mempercepat pembungaan dan pemasakan buah. Elvi (1996) juga menyatakan bahwa ketersediaan unsur hara yang cukup untuk pertumbuhan tanaman berasal dari



unsur N, P dan K. Khususnya unsur P yang dapat merangsang pembentukan fase generatif sehingga akhirnya memacu umur berbunga dan umur panen pada tanaman cabai (Junaidi dkk., 2015).

## DAFTAR PUSTAKA

- Achmad S. 1991. Kemampuan *Rhizopogon* sp. untuk Perlindungan Hayati terhadap Penyebab Penyakit Lodoh pada *Pinus merkusii* [Tesis]. Bogor: Program Pascasarjana, IPB.
- Achmad, S. Hadi, S. Harran, E.S. Gumbira, B.Satiawiharja dan M.K. Kardin. (2010). Aktivitas Antagonisme In-Vitro *Trichoderma harzianum* dan *Trichoderma pseudokoningii* Terhadap Patogen Lodoh *Pinus merkusii*. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 7(5), 233-240.
- Adriansyah, A., S. M. A., Hamawi, M., & Ikhwan, A. (2015). Uji Metabolit Sekunder *Trichoderma* sp. Sebagai Antimikrobia Patogen Tanaman *Pseudomonas solanacearum* Secara In Vitro *Trichoderma*. *Gontor Agrotech Science Journal*, 2(1), 19–30.
- Ainy, E. Q., Ratnayani, R., & Susilawati, L. (2008). Uji Aktivitas Antagonis *Trichoderma harzianum* 11035 terhadap *Colletotrichum capsici* TCKR2 dan *Colletotrichum acutatum* TCK1 Penyebab Antraknosa pada Tanaman Cabai. *Seminar Nasional*, 892–897.
- Akter, F., Ahmed, G. U., & Alam, M. F. (2019). *Trichoderma : A Complete Tool Box for ClimateSmart Agriculture*. 2(1), 40–43. <https://doi.org/10.18689/mjaes-1000107>
- Alexopoulus, C.J and C.W Mims. 1979. *Introductory Mycology*. John Wiley and Sons. New York
- Anggraeni I. 2004. Identifikasi dan Patogenitas Penyakit Akar pada *Acacia mangium* Willd. *Buletin Penelitian Hutan*. 645: 61-73.
- Bardant, T. B., Abimanyu, H., & Epriyani, P. L. (2013). Penentuan Kondisi Optimum Fermentasi Padat *Trichoderma hamatum* pada Media Tumbuh Dedak Padi dalam Produksi Selulase Menggunakan Response Surface Methodology. *Jurnal Kimia Terapan Indonesia (Indonesian Journal of Applied Chemistry)*, 15(2), 35-46.
- Blaszczyk ., Lidia., et al. 2014. *Trichoderma* sp.– application and prospects for use in organic farming and industry. *Journal Of Plant Protection Research*. Vol 54 (4).

- BPTP Jambi. 2009. Pemanfaatan Trichokompos pada Tanaman Sayuran. Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian. Departemen Pertanian.
- Cook,R.J.and K.F.Baker. (1989). The Nature on Practice of Biological Control of Plant Pathogens. Minesota:ABS press, The American Phytopathological Society, St. Paul, 539 p
- Cornejo, H. A. C., Igue, L. M. ias, Val, E. del, & Larsen, J. (2016). Fungsi ekologis *Trichoderma sp.* *Ekologi Mikrobiologi*, 92(1), 1–17.
- Cornejo., Hexon Angel Contreras., *et al.* 2016. FEMS Microbiology Ecology. *Journal Investing in Science*.
- Dendang, B. (2015). Uji antagonisme *Trichoderma spp.* terhadap *Ganoderma sp.* yang menyerang tanaman sengon secara in vitro. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*, 4(2), 147-156.
- Desrihastuti., (2016). Pemanfaatan *Trichoderma sp.* sebagai Bioaktivator dalam Pengomposan Lumpur Bubur Kertas. *Jurnal Ilmiah Kampus*. 1 (1), 5-8.
- Dwiastuti, M.E ,Fajri, M.N, dan Yunimar. 2015. Potensi *Trichoderma spp.* sebagai Agens Pengendali *Fusarium spp.* Penyebab Penyakit Layu pada Tanaman Stroberi (*Fragaria x ananassa* Dutch.). *J. Hort.* Vol. 25 No. 4: 331-339
- Elad Y, Chet I, & Henis Y. 1982. Degradation of plant pathogenic fungi by *Trichoderma harzianum*. *Canadian Journal of Microbiology* 28(7): 719-725. Doi: 10.1139/m82-110.
- Elvi. 1996. Pengaruh pemberian jerami serta pupuk mutiara NPK (16-16-16) terhadap pertumbuhan dan produktivitas cabai merah. Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau. Pekanbaru.
- Gajera, H. P., Hirpara, D. G., Savaliya, D. D., & Golakiya, B. A. (2020). Extracellular metabolomics of *Trichoderma* biocontroller for antifungal action to restrain *Rhizoctonia solani* Kuhn in cotton. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 112, 101547.
- Goes LB, da Costa ABL, de Carvalho Freire LL, & de Oliveira NT. 2002. Randomly amplified polymorphic DNA of *Trichoderma* isolates and

- antagonism against *Rhizoctonia solani*. *Braz.Arch. Biol. Technol.* 45(2): 151-160.
- Gomez I, Chet I, & Herrera-Estrella A. 1997. Genetic diversity and vegetative compatibility among *Trichoderma harzianum* isolates. *Mol. Gen. Genet.* 256: 127-135.
- Gusnawaty, H. S., Taufik, M., & Asis, A. (2017). Uji Efektivitas Beberapa Media Untuk Perbanyakan Agens Hayati *Trichoderma* SP. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, 17(1), 70-76.
- Harman GE, Björkman T, Ondik K, Shores M. 2008. *Trichoderma spp.* for Biocontrol. Changing paradigms on the mode of action and uses of *Trichoderma spp.* for biocontrol. Research Information. Cornell University, USA. DOI:10.1564/19feb00.
- Harni, R., Amaria, W., Mahsunah, H., & Syafruddin. (2017). Potensi Metabolit Sekunder *Trichoderma sp.* Untuk Mengendalikan Penyakit Vascular Streak Dieback ( Vsd ) Pada Bibit Kakao. *Jurnal Tanaman Industri dan Penyegar*, 4(2), 57–66.
- Herdatiarni, F., Himawan, T., & Rachmawati, R. (2014). Eksplorasi cendawan entomopatogen *Beauveria sp.* menggunakan serangga umpan pada komoditas jagung, tomat dan wortel organik di Batu, Malang. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan*, 2(1), pp-130.
- Herliyana, E. N., Jamilah, R., Taniwiryo, D., & Firmansyah, M. A. (2013). uji in-vitro pengendalian hayati oleh *Trichoderma spp.* terhadap *Ganoderma* yang Menyerang Sengon. *Jurnal Silvikultur Tropika*, 4(3), 190-195.
- Indriani, Y.H. 2003. Membuat Kompos Secara Kilat. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Jaya, K., & Idris, I. (2020). Pengaruh *Trichoderma Asperellum* dan Kompos Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Bawang Merah Varietas Lembah Palu (*Allium Lx Wakegi* Araki). *Jurnal Agrotech*, 10(1), 27-34.
- Junaidi, R., Puspita, F., & Armaini, A. (2020). *Aplikasi Beberapa Dosis Tricho-kompos Leguminosa Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Cabai (Capsicum Annuum L.)* (Doctoral dissertation, Riau University).

- Kamal., Ranveer Kumar., *et al.* 2018. *Trichoderma*: a Most Common Biofertilizer with Multiple Roles in Agriculture. *Journal of Scientific and Technical Research*. Vol 4 (5).
- Kartikowati, E., Haris, R., Karya, & Anwar, S. (2019). Aplikasi Agen Hayati (*Paenibacillus polymixa*) terhadap Penekanan Penyakit Hawar Daun Bakteri Serta Hasil dan Pertumbuhan Padi Hitam (*Oryza sativa*)Var. Lokal. *Jurnal Ilmiah Pertanian*, 7(1), 9–15.
- Kubicek, C. P., Steindorff, A. S., Chenthamara, K., Manganiello, G., Henrissat, B., Zhang, J., ... Kuo, A. (2019). Evolusi dan genomik komparatif yang paling umum *Trichoderma* jenis. *BMC Genomic*, 20(1), 1–24.
- Kubicek ., Christian P., *et al.* 2019. Evolution and comparative genomics of the most common *Trichoderma* species. R esearch Article BMC Genomic.
- Latifah A, Kustantinah, & Soesanto L. 2012. Pemanfaatan beberapa isolat *Trichoderma harzianum* sebagai agensia pengendali hayati penyakit layu *Fusarium* pada bawang merah in Planta. *Eugenia* 17(5): 86-94.
- Lidia Błaszczuk, M. S. (2014). *Trichoderma* Spp. Application And Prospects For Use In Organic Farming And Industry. *Journal of Plant Protection Research*. Vol.54
- Ma., Jing., *et al.* 2020. Keanekaragaman hayati *Trichoderma* fromgrassland dan ekosistem hutan di Xinjiang Utara, Cina. *Jurnal Biotechnologi*. 10: 362
- Macías-Rodríguez, L., Contreras-Cornejo, H. A., Adame-Garnica, S. G., Del-Val, E., & Larsen, J. (2020). The interactions of *Trichoderma* at multiple trophic levels: inter-kingdom communication. *Microbiological Research*, 126552.
- Mukherjee, P. K., Horwitz, B. A., Singh, U. S., & Mukherjee, M. (2013). *Trichoderma Biology And Applications*. United Kingdom: CAB International
- Musdalifa, M., Ambar, A. A., & Putera, M. I. (2017). Pemanfaatan Agensi Hayati Dalam Mengendalikan Pertumbuhan Perakaran Dan Penyakit

- Layu Fusarium Cabai Besar (*Capsicum annum* L). *Jurnal Galung Tropika*, 6(3), 224–233.
- Narasswati, N., Oktavia, R., Nenci, N., Eryanti, Y., & Nugroho, T. T. (2017). Potensi Metabolit Sekunder dari *Trichoderma* sp. LBKURCC22 Tanah Gambut Hutan Sekunder Sebagai Antibiotik. *Chimica et Natura Acta*, 5(2), 85–89.
- NW, A. A., & Wachid, A. (2019). The Effect Of *Trichoderma* sp. and Kinds Of Fertilizer costs on Growth and Production Green Mustard (*Brassicca Rapa* L.). *Nabatia*, 16(1), 1-10.
- P.Kubicek, C., & E.Harman, G. (2002). *Trichoderma and Gliocladium Volume 1 Basic biology, Taxonomy And Genetics*. United Kingdom: Taylor & Francis Ltd.
- Prasetyo, H., Purwati, P., & Arsensi, I. (2018). Pemanfaatan Jamur *Trichoderma* sp. Sebagai Antagonis Patogen Busuk Sultur Tanaman Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*) Secara In Vitro. *Agrifarm: Jurnal Ilmu Pertanian*, 7(1), 19-27.
- Rajani, P., Rajasekaran, C., Vasanthakumari, M. M., Olsson, S. B., Ravikanth, G., & Shaanker, R. U. (2020). Inhibition of plant pathogenic fungi by endophytic *Trichoderma* spp. through mycoparasitism and volatile organic compounds. *Microbiological Research*, 242, 126595.
- Rinata, I. G.M. A. (2016). Pengaruh Dosis Aplikasi Pupuk *Trichokompos* terhadap Pertumbuhan, Produksi dan Kualitas Tanah pada Tanaman Jagung Manis (*Zea mays* var. *Saccharata* Sturt.) Kultivar Talenta.
- Rosmiati, A., Hidayat, C., Firmansyah, E., & Setiati, Y. (2018). Potensi *Beauveria bassiana* sebagai agens hayati Spodoptera litura Fabr. pada tanaman kedelai. *Agrikultura*, 29(1), 43-47.
- Schuster, A., & Schmoll, M. (2010). Biology and biotechnology of *Trichoderma*. *Microbiol Biotechnol*, 87(1), 787–799. <https://doi.org/10.1007/s00253-010-2632-1>
- Seipin, M., Sjoftan, J., & Ariani, E. (2016). *Pertumbuhan dan produksi tanaman jagung manis (Zea mays saccharata Sturt) pada lahan gambut yang diberi abu sekam padi dan trichokompos jerami padi* (Doctoral dissertation, Riau University).

- Setiadi. 2008. Bertanam Cabai. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Shah, M.,M. 2019. Trichoderma : The Most Widely Used Fungicide. Kano : Intechopen
- Sharma., Sushma., *et al.* 2019. *Trichoderma*: Biodiversity, Ecological Significances, and Industrial Applications. Department of Agriculture, Akal College of Agriculture, Eternal University, Baru Sahib, Sirmour, Himachal Pradesh: India.
- Sharon E, Bar-Eyal M, Chet I, Herrera-Estrella A, Kleifeld O, & Spiegel Y. 2001. Biological control of the root-knot nematode *Meloidogyne javanica* by *Trichoderma harzianum*. *Phytopathology* 91(7): 687-693.
- Smith JE, Moss MO. 1985. Mycotoxin, Formation Analysis and Significant. John Willey and Sons, inc. New York.
- Soesanto, L., Mugiastuti, E., Rahayuniati, R. F., & Dewi, R. S. (2013). Uji kesesuaian empat isolat *Trichoderma spp.* dan daya hambat in vitro terhadap beberapa patogen tanaman. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, 13(2), 117-123.
- Silva, R. N., Monteiro, V. N., Steindorff, A. S., Gomes, E. V., Noronha, E. F., & Ulhoa, C. J. (2019). *Trichoderma*/pathogen/plant interaction in pre-harvest food security. *Fungal biology*, 123(8), 565-583.
- Trizelia, T., Syahrawati, M., & Mardiah, A. (2015). Patogenisitas beberapa isolat cendawan entomopatogen *Metarhizium spp.* terhadap telur *Spodoptera litura* Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae). *Jurnal Entomologi Indonesia*, 8(1), 45.
- Umbola, M. A., Lengkong, E., & Nangoi, R. (2020, October). Pemanfaatan Agen Hayati Tricho-kompos dan PGPR (Plant Growth Promotion Rhizobactery) Pada Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Cabai Keriting (*Capsicum annuum L.*). In *Cocos*. 5(5).
- Urulil, C., Kalay, A. M., Kaya, E., & Siregar, A. (2018). Pemanfaatan Kompos Ela Sagu, Sekam Dan Dedak Sebagai Media Perbanyakan Agens Hayati *Trichoderma harzianum* Rifai. *Agrologia*, 1(1).
- Verma M., Brar SK., Tyagi R., Surampalli R., Valero J. 2007. Antagonistic fungi, *Trichoderma sp.*: panoply of biological control. *Biochemical Engingering Journal*. Vol 37 (1).

Vijai k. Gupta, M. S.-E. (2014). *Biotechnology and Biology of Trichoderma*. United Kingdom: Elsevier.

Waghunde, R. R., Shelake, R. M., & Sabalpara, A. N. (2016). *Trichoderma* : A significant fungus for agriculture and environment. *African Journal Of Agricultural Research*, 11(22), 1952–1965. <https://doi.org/10.5897/AJAR2015.10584>

Zin, N. A., & Badaluddin, N. A. (2020). Biological functions of *Trichoderma* spp. for agriculture applications. *Annals of Agricultural Sciences*, 65(2), 168-178.



# **PROFIL JURUSAN BIOLOGI FMIPA UNM**

## **A. Visi, Misi, dan Tujuan Jurusan Biologi FMIPA UNM**

### **1. Visi**

Jurusan Biologi menjadi jurusan unggulan pada tahun 2025 dalam bidang riset dan pengajaran ilmu-ilmu hayati, serta berdaya guna secara maksimal melayani masyarakat.

### **2. Misi**

Menyelenggarakan kegiatan akademik, dengan mengoptimalkan pendayagunaan potensi internal dan eksternal secara sehat dan dinamis untuk mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi dan menghasilkan jurusan yang kompetitif.

### **3. Tujuan**

Menghasilkan Sarjana Pendidikan Biologi dan Sains Profesional, memiliki jiwa kewirausahaan, sehingga memungkinkan untuk menjadi agen pembaharu dalam pengembangan kewirausahaan berbasis biologi, menguasai teknologi yang terkait bidang ilmunya, serta menguasai bahasa inggris sebagai bahasa pengantar didalam berkomunikasi ilmiah/internasional.

## **B. Pimpinan Jurusan**

Ketua Jurusan Biologi	: Dr. Drs. Abd. Muis, M.Si
Sekretaris Jurusan Biologi	: Rachmawaty, S.Si., M.P, Ph.D
Ketua Prodi Pendidikan Biologi	: Dr. Muhiddin P, S.Pd., M.Pd
Ketua Prodi Biologi	: Dr. Ir. Muhammad Junda, M.Si
Kepala Laboratorium Jurusan Biologi	: Dr. A. Mu'nisa, S.Si., M.Si

Kepala Laboratorium Kebun Percobaan : Dr. Adnan, M.S

### **C. Fasilitas Jurusan Biologi FMIPA UNM**

Jurusan Biologi sebagai salah satu jurusan yang ada di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Makassar, mempunyai beberapa fasilitas pendukung yang dapat menunjang proses perkuliahan. Beberapa fasilitas yang dimiliki oleh Jurusan Biologi yaitu:

#### **1. Laboratorium**

Laboratorium jurusan Biologi FMIPA UNM memiliki sub unit laboratorium yaitu:

- a. Laboratorium Botani
- b. Laboratorium Zoologi
- c. Laboratorium Mikrobiologi
- d. Laboratorium Bioteknologi dan Biologi Molekuler
- e. Laboratorium Kultur Jaringan
- f. Laboratorium Mikroteknik

#### **2. Laboratorium Kebun Percobaan Biologi (LKPB)**

LKPB atau Lab Kebun Percobaan Biologi sebagai wadah bagi civitas akademika Biologi FMIPA UNM untuk melakukan penelitian, praktikum, dan sebagai media edukasi di bidang biologi.

#### **3. Ruang Microteaching**

Ruangan ini digunakan untuk mata kuliah Microteaching yaitu mata kuliah latihan mengajar bagi mahasiswa prodi Pendidikan Biologi.

#### **4. BioNature**

BioNature merupakan salah satu fasilitas di jurusan Biologi FMIPA UNM yang bergerak dalam bidang penerbitan jurusan ilmiah.

#### **5. Perpustakaan**

#### **6. Ruang Seminar**

#### **7. Gedung Kuliah**

#### **D. Program Studi Jurusan Biologi FMIPA UNM**

##### **1. Program Studi Pendidikan Biologi**

Program studi Pendidikan Biologi merupakan program studi yang akan mencetak calon-calon tenaga pengajar biologi. Program studi Pendidikan Biologi dibagi menjadi dua yaitu Pendidikan Biologi (reguler) dan Pendidikan Biologi ICP (bilingual).

##### **2. Program Studi Biologi**

Program studi Biologi merupakan salah satu prodi yang ada di jurusan Biologi FMIPA UNM yang akan mencetak sarjana sains (S.Si), mencetak ilmunan dan peneliti muda yang siap terjun ke dalam masyarakat dan dunia kerja.

## **PROFIL UPT BTPH PROVINSI SULAWESI SELATAN**

### **A. Sejarah Unit Pelaksanaan Teknis Balai Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura (UPT BTPH )**

Awal berdirinya Balai Proteksi Tanaman Pangan dibentuk berdasarkan surat keputusan Menteri Pertanian No. 530/Kpts/org/8/1978 yang merupakan unit pelaksana teknis dibidang proteksi tanaman pangan dalam lingkup Departemen Pertanian yang berada dan bertanggungjawab kepada Direktur Jenderal Pertanian Tanaman Pangan. Balai Proteksi Tanaman Pangan IX (BPTP IX) berkedudukan di Maros yang wilayah kerjanya meliputi Provinsi Sulawesi Selatan, Sulawesi Tengah, Sulawesi Utara dan Sulawesi Tenggara.

Sesuai keputusan Menteri Pertanian No. 469/Kpts/organisasi/1994 tanggal 9 Juni 1994 dan surat keputusan Dirjen Pertanian Tanaman Pangan dan Hortikultura No.1.HK.050.84.1984 dan No.1.HK.050.9542 tanggal 12 Juni 1995 BPTP IX diubah menjadi Balai Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura IX (BTPH IX) yang wilayah kerjanya meliputi Sulawesi Selatan dan Sulawesi Tenggara. Sulawesi Tengah dan Sulawesi Utara menjadi Lokasi Proteksi Tanaman yang berkedudukan di Manado.

Tahun 2001, dalam rangka pelaksanaan otonomi daerah, pemerintah pusat menginstruksikan kepada seluruh Gubernur untuk membentuk BTPH di setiap provinsi. Menindak lanjuti hal tersebut, Pemerintah Provinsi Sulawesi Selatan membentuk Unit Pelaksana Teknis Dinas Balai Proteksi Tanaman Pangan Dan Hortikultura (UPTD BTPH) sesuai surat keputusan Gubernur No. 264. tahun 2001.

Sejak tahun 2009 ditetapkan tugas pokok, fungsi dan rincian tugas UPTD Balai Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura (BTPH) dengan

tanggungjawab menyelenggarakan tugas teknis dinas di bidang pengamatan, peramalan dan pengendalian OPT, dampak fenomena iklim, serta pengawasan pupuk dan pestisida pada tanaman pangan dan hortikultura, dalam melaksanakan tugas tersebut UPTD BTPPH mempunyai fungsi pengelolaan di x bidang perlindungan tanaman pangan dan hortikultura di Sulawesi Selatan (Peraturan Gubernur No 44 Tahun 2009 tanggal 18 Pebruari 2009). Pada tahun 2017 ditetapkan Organisasi dan Tata Kerja Unit Pelaksana Teknis Balai Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura (BTPPH) berdasarkan SK Gubernur Sulawesi Selatan Nomor 23 Tahun 2017.

## **B. Visi dan Misi Balai Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura Sulawesi Selatan**

### **1. Visi**

Terwujudnya kemandirian masyarakat petani dalam menerapkan pengendalian hama terpadu (PHT agribisnis) pada sistem pembangunan pertanian berkelanjutan yang berbasis pedesaan dan berwawasan agribisnis.

### **2. Misi**

- a. Meningkatkan pengetahuan, keterampilan dan kemampuan petani tentang pengendalian hama terpadu (PHT).
- b. Menciptakan kondisi yang kondusif untuk terbinanya kemandirian petani dalam pengelolaan OPT.
- c. Meningkatkan pendapatan dan kesejahteraan petani dari usaha taninya.
- d. Melindungi petani dan konsumen hasil pertanian dari akibat samping penggunaan pestisida.
- e. Mengurangi pencemaran lingkungan dan mempertahankan keanekaragaman hayati ekosistem pertanian.
- f. Menurunkan tingkat kehilangan hasil (Losses) akibat serangan OPT.

### **C. Uraian Tugas Unit Pelaksana Teknis Balai Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura**

Unit Pelaksana Teknis Balai Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura melaksanakan kegiatan operasional yang secara berjenjang mulai dari tingkat provinsi, kabupaten dan kecamatan, antara lain:

1. Pengamatan dan pelaporan organisme pengganggu tumbuhan dan dampak perubahan iklim.
2. Peramalan organisme pengganggu tanaman (OPT) dan dampak perubahan iklim (DPI).
3. Kajian teknologi perlindungan tanaman.
4. Pengendalian organisme pengganggu tanaman (OPT) dan dampak perubahan iklim (DPI).
5. Surveilance dan pengambilan contoh tanaman.
6. Penyebaran Informasi organisme pengganggu tanaman (OPT).
7. Penetapan rekomendasi pengendalian organisme pengganggu tanaman (OPT).
8. Melakukan bimbingan dan konsultasi masyarakat tani.
9. Membina para petugas perlindungan.
10. Pembinaan terhadap kelembagaan PHT: Petani, Pos Pelayanan Agensi Hayati (PPAH), Klinik PHT, Regu Pengendali Hama (RPH) dan Kecamatan PHT.

Kegiatan teknis operasional tersebut dilaksanakan pada 2 Seksi yang ada pada UPT Balai Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura yaitu Seksi Diagnosis dan Peramalan OPT/DPI dan Seksi Pengendalian OPT/DPI dan Pengawasan Pupuk dan Pestisida, yang ditunjang oleh unit kerja antara lain:

### 1. Instalasi Pengamatan Peramalan dan Pengendalian OPT

Instalasi Pengamatan, Peramalan dan Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman (IP3OPT) sebanyak 5 (lima) unit yang berkedudukan di Luwu, Bone, Bulukumba, Maros dan Pinrang, yang mempunyai tugas teknis bidang pengamatan, peramalan dan pengendalian organisme pengganggu tumbuhan dan dampak perubahan iklim dalam wilayah kerjanya.

### 2. Laboratorium Pengujian Pestisida

Laboratorium Pengujian Pestisida dipimpin oleh penanggung jawab laboratorium yang mempunyai tugas pokok melaksanakan pengujian residu dan formulasi pestisida pada UPT Balai Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura. Laboratorium Pengujian pestisida berkedudukan di Maros dan hanya satu satunya Laboratorium Pengujian Pestisida untuk wilayah Indonesia Timur dan telah terakreditasi dari Komite Akreditasi Nasional (KAN).

### 3. Laboratorium Organisme Pengganggu Tanaman (OPT)

Laboratorium Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) dipimpin oleh penanggung jawab laboratorium yang mempunyai tugas pokok melaksanakan identifikasi hama dan penyakit tanaman pangan dan hortikultura pada UPT Balai Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura. Laboratorium OPT berkedudukan di Maros dan telah mendapat pengakuan (bersertifikat) dari Komite Akreditasi Nasional (KAN) dengan menerapkan system manajemen mutu ISO 9001:2015 untuk melakukan kegiatannya.

### 4. Laboratorium Agensi Hayati

Laboratorium Agensi Hayati dipimpin oleh penanggung jawab laboratorium yang mempunyai tugas pokok melaksanakan pengembangan dan pemasyarakatan agensi hayati pada UPT Balai Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura. Laboratorium Agensi Hayati berkedudukan di Maros dan juga telah mendapat pengakuan (bersertifikat) dari Komite Akreditasi

Nasional (KAN) dengan menerapkan sistem manajemen mutu ISO 9001:2015 untuk melakukan kegiatannya.

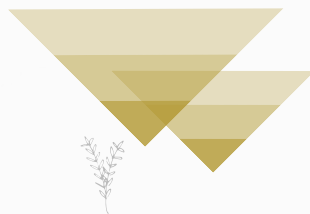
#### 5. Petugas Pengamat Hama Penyakit

Petugas pengamat hama penyakit adalah pendukung tugas dan fungsi UPT Balai Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura. Petugas pengamat hama penyakit ini adalah petugas terdepan yang memegang peranan penting dalam penanganan OPT dan DPI pada tanaman pangan dan hortikultura. Petugas pengamat hama penyakit yang ditugaskan pada setiap wilayah pengamatan (kecamatan) mempunyai tugas pokok melaksanakan pengamatan dan melaporkan keadaan OPT dan bencana alam, menyusun rekomendasi pengendalian OPT serta melaksanakan pengawasan pestisida pada wilayah kerjanya.









**Penerbit Jurusan Biologi FMIPA UNM**  
**Kampus UNM Parangtambung**  
**Jalan Melengkeri Raya**  
**Makassar**  
**Email: [biopress@unm.ac.id](mailto:biopress@unm.ac.id)**

ISBN 978-623-94869-5-2 (PDF)

